

Samuel Laitinen

Tietomallin hyödyntäminen LVI-tarjouslaskennassa

Opinnäytetyö

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

2023



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Insinööri (AMK)
Tekijä/Tekijät	Samuel Laitinen
Työn nimi	Tietomallin hyödyntäminen LVI-tarjouslaskennassa
Toimeksiantaja	Star Expert Oy
Vuosi	2023
Sivut	82 sivua, liitteitä 27 sivua
Työn ohjaaja(t)	Jarkko Kolehmainen

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön aiheena oli selvittää tietomallin hyödyntämistä LVI-tarjouslaskennassa. Tavoitteena oli saada selville tietomallien hyödyt, riskit ja mahdollisuudet LVI-tarjouslaskennassa. Tutkimus suoritettiin vertailemalla tietomallin avulla luotuja materiaaliluetteloita käsinlaskettuihin materiaaliluetteluihin. Vertailua toteutettiin määräerojen, tarkkuuden, tehokkuuden ja ajankäytön osalta. Tietomallin hyödyntämisen tarkoituksena on tehostaa tarjouslaskenta-prosessia ja nopeuttaa tarjouksenlaatimiseen kuluvaan aikaa.

Opinnäytetyön alussa tutustuttiin tarjouslaskentaan ja sen teoriaan sekä tietomalleihin yleisellä tasolla. Tämän jälkeen perehdyttiin tutkittavaan kohteeseen, josta laaditaan järjestelmäkohtaiset materiaaliluettelot, joita työssä tullaan vertailemaan. Materiaaliluettelot luotiin perinteisellä tarjouslaskentamenetelmällä käsin sekä tietomalli pohjaisella tarjouslaskentamenetelmällä. Tietomallin materiaaliluetteloiden luomiseen ja tarkasteluun käytin Solibri Office -laadunvarmistussovellusta. Materiaaliluetteloiden vertailu tehtiin Excelissä. Vertailussa materiaaliluetteloita vertailtiin materiaalierojen, asennusajan ja asennushinnan osilta. Lopuksi vielä arvioitiin tapojen luotettavuutta sekä arvioitiin menetelmien tehokkuuksia.

Tuloksien pohjalta todetaan tarvikemäärien ja niistä aiheutuvien asennusaikojen ja -kulujen olevan sen verran pieniä, että niillä ei ole vaikutusta tarjoushintaan. Ajankäytön suhteen huomattiin tietomallin säästävän aikaa todella paljon verrattuna perinteiseen tarjouslaskentaprosessiin. Suurimmaksi ongelmaksi huomattiin, että tietomallit saattavat olla laadittu huonosti, eikä niissä ole välttämättä tarvittavaa tietoa tai tieto on virheellistä. Myös tietomallin materiaaliluetteloraportti todettiin vaaratekijäksi, jos tarjouslaskija ei käsittele raporttia huolellisesti. Työssä ei onnistuttu luomaan tietomallien avulla luotettavia materiaaliluetteloita kaikista tarvittavista järjestelmistä tässä työssä käytetyssä kohteessa. Kuitenkin lopputulokseksi todettiin tietomallin hyödyntämisen vähentävän laskenta-aikaa sekä mahdollistavan luotettavan tarjouslaskentaprosessin.

Opinnäytetyön lopputuloksien perusteella toimeksiantajayritys arvioi, millaisissa kohteissa heidän kannattaa käyttää tietomallipohjaista tarjouslaskenta-prosessia ja milloin tietomallia kannattaa hyödyntää vain tarjouslaskennan tukena.

Asiasanat: tietomallinnus, tarjouslaskenta, LVI-tekniikka, määrälaskenta

Degree title	Bachelor of Engineering
Author (authors)	Samuel Laitinen
Thesis title	Utilization of data model in HVAC offer calculation
Commissioned by	Star Expert Oy
Time	2023
Pages	82 pages, 27 pages of appendices
Supervisor	Jarkko Kolehmainen

ABSTRACT

The subject of this thesis was to examine the utilization of the information model in HVAC offer calculation. The goal was to find out the benefits, risks and opportunities of data models in HVAC offer calculations. The research was carried out by comparing material lists created with the help of a data model and with hand calculated material lists. The comparison was carried out in terms of amount differences, accuracy, efficiency and time used. The purpose of utilizing the information model is to make the offer calculation process more efficient and to speed up the time it takes to prepare an offer.

At the beginning of the thesis, offer calculation and its theory, as well as data models at a general level are discussed. After that, the matter being examined, from which system-specific material lists will be prepared, is dealt with. These lists will be compared in the thesis. The material lists were created by hand with the traditional offer calculation method and with the data model-based offer calculation method. I used the Solibri Office quality assurance application to create and review the bill of materials for the data model. The comparison of material lists was done in Excel. In the comparison, material lists were compared in terms of material differences, installation time and installation price. Finally, the reliability of the methods was evaluated and the effectiveness of the methods was evaluated.

Based on the results, it is stated that the amount of supplies and the resulting installation times and costs are so small that they have no effect on the offer price. In terms of time utilization, it was noticed that the information model saves a lot of time compared to the traditional offer calculation process. The biggest problem was found to be that the data models may have been poorly prepared. And they do not necessarily contain the necessary information or the information is incorrect. The data model's material list report was also found to be a risk factor if the tenderer does not process the report carefully. In the work, it was not possible to use data models to create reliable material lists of all the necessary systems, in the building used in this work. However, the end result was that the utilization of the data model reduces the calculation time and enables a reliable offer calculation process.

Based on the final results of the thesis, the commissioning company can assess in which areas they should use a data model-based offer calculation process and when the data model should only be used to support the offer calculation.

Keywords: information modeling, offer calculation, HVAC technics, quantity surveying

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	TARJOUSLASKENTA	7
2.1	Tarjouslaskennan kulku	7
2.2	Kustannusten määrittäminen	9
2.2.1	Materiaalikustannukset	10
2.2.2	Työkustannukset.....	10
2.2.3	Erilliskustannukset	11
2.2.4	Alihankinnat	11
2.3	Tarjouslaskentaohjelmistot	11
2.4	Tarjouksen laatiminen.....	12
2.5	Lopullinen tarjouskirje	12
3	TIETOMALLINNUS.....	13
3.1	Tietomallien hyödyt.....	14
3.2	Tietomallinnusohjelmistot	15
4	MÄÄRÄLASKENTA	16
4.1	Perinteinen määrälaskenta	17
4.2	Sähköinen määrälaskenta	18
4.3	Taloteknisten määräluetteloiden pilotointihanke	19
5	MÄÄRÄLISTOJEN LAADINTA	20
5.1	Kohde	21
5.2	Määrälaskenta käsinlaskettuna.....	21
5.3	Määrälaskenta tietomallista	24
5.3.1	Solibri Office -informaationkeräys	25
5.4	Normituntien ja työhintojen laskenta.....	30
5.5	Vertailutaulukon laatiminen.....	33
6	TULOKSET.....	34
6.1	Määrälistojen vertailu.....	34

6.1.1	Vesi- ja viemärijärjestelmät	35
6.1.2	Lämmitysjärjestelmät	38
6.1.3	Ilmanvaihtojärjestelmä	39
6.2	Normituntivertailu	42
6.2.1	Vesi- ja viemärijärjestelmien normitunnit.....	42
6.2.2	Lämmitysjärjestelmän normitunnit	43
6.2.3	Ilmastointijärjestelmän normitunnit.....	44
6.3	Laskenta-aika	46
6.4	Tarkkuus.....	48
7	LUOTETTAVUUS JA TEHOKKUUS.....	48
7.1	Sähköisen määrälaskennan luotettavuuden arviointi.....	49
7.2	Käsinlaskennan luotettavuuden arviointi.....	49
7.3	Laskentatapojen tehokkuus	50
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	51
	LÄHTEET.....	54

KUVALUETTELO

LIITTEET

Liite 1. Kerroskohtainen käsinlaskettu materiaaliluettelo

Liite 2. Kerroskohtainen tietomallista laadittu materiaaliluettelo

Liite 3. Kerroskohtainen materiaaliluetteloiden vertailutaulukko

1 JOHDANTO

Tietomallinnuksen yleistyttyä tietomallinnuksen hyödyntämisestä on tullut arkipäivää rakennusprojekteissa. Kuitenkin tietomallinnuksen hyödyntäminen tarjouslaskennassa on vähäistä. Osasyynä tälle ilmiölle on tietomallien mahdollisuuksien tuntemattomuus ja tietomallien tiedon epäilykset.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tutkia tietomallinnuksen käytön luotettavuutta LVI-tarjouslaskennassa. Työssä vertailen käsin laskentamenetelmällä laadittua tarjouslaskentaprosessia ja tietomallinnuksen avulla laadittua sähköistä tarjouslaskentaprosessia. Tarkoituksena on selvittää tietomallinnuksen riskit ja vaaratekijät tarjouslaskennassa. Työssä tulen avaamaan LVI-tarjouslaskentaprosessia sekä määrälaskennan tärkeyttä LVI-tarjouslaskennassa. Tarkastelen työssä myös tietomallin ja virallisten 2D-kuvien vastaavuuksia, tarjouspyyntöasiakirjoihin, luotettavuuden arviointia varten. Sähköisessä määrälaskennassa tulen käyttämään Solibri Office -tietomallin katselusovellusta, johon on toimeksiantajayrityksen puolesta laadittu valmiit informaationkeräyspaketit, joiden avulla tietomallista voidaan kerätä halutut komponentit ja osat halutuista paikoista kätevästi. En tule avaamaan näiden informaationkeräyspakettien laadintaa tai sisältöä tässä työssä, sillä ne ovat salattu toimeksiantajayrityksen pyynnöstä. Työn laajuus on rajattu yhteen kohteeseen, josta tulen käsittelemään lämpö-, vesi- ja viemäri- sekä ilmanvaihtojärjestelmiä. Työn lopputuloksena laadin toimeksiantajalle taulukon ja raportin, joiden pohjalta he voivat itsekin arvioida sähköisen määrälaskennan riskejä ja luotettavuutta.

Toimeksiantajana toimii Star Expert Oy, joka on osa SE Group Oy -konsernia. Konserniin kuuluvat yhtiöt AJ Eurolämpö Oy, Talepolar Oy ja SE Sähkö Oy. Star Expertin liikevaihdon suuruusluokka on noin 12 milj. € sekä vakituisten henkilöiden määrä on noin 90. Star Expert Oy tarjoaa putki-, ilmanvaihto-, jäähdytys- ja erikoisurakoinnin palveluita ja on keskittynyt liikerakennuksiin, toimistorakennuksiin, koulutusrakennuksiin, teollisuuden tuotantorakennuksiin sekä uudis- ja saneerausrakentamiseen. Yritys toimii pääsääntöisesti Etelä-Savon sekä pääkaupunkiseudun alueilla, mutta toimii myös tarvittaessa ympäri Suomen. [1.]

2 TARJOUSLASKENTA

Tarjouslaskenta on hyvin merkittävä osa urakointiyrityksen liiketoimintaa. Tarjouslaskennan tarkoituksena on saada yritykselle urakoita, jotka ovat kannattavia. Tarjouslaskennan merkitys urakoinnissa on tärkeä. Alihintaiset tarjoukset tuottavat yritykselle tappiota ja jos tarjoukset ovat ylihintaisia, yritys ei saa tilauksia.

Tarjouslaskentaprosessi on siis prosessi, jossa yritykset pyrkivät saamaan urakointikohteita tarjouskilpailussa määrittämällä yritykselle itselleen kohdistuvat kustannukset eli omakustannushinnan sekä lisäämällä tähän vielä urakasta haluttu kate. Tarjouslaskentaprosessin tärkeimpänä tehtävänä onkin saada yritykselle tilauksia, jotka ovat tuottavia. Tarjouslaskennassa ei ole pelkästään kyse urakoiden tarjoamisesta halvimalla hinnalla, jotta saataisiin yritykselle töitä. Tarjouslaskennan tehtävänä on myös arvioida ja tutkia, kannattaako tiettyjä toimeksiantoja edes lähteä tarjoamaan kohteen epäselvyyksien, tilaajan epäluotettavuuden tai itse omien resurssien puutteen vuoksi. Tarjouslaskijan tehtävänä onkin kartoittaa yrityksen liiketoimintaa ja resursseja, jotta laskija tietää, mistä projekteista voidaan lähteä kilpailemaan. [2, s. 17.]

2.1 Tarjouslaskennan kulku

Tarjouslaskenta käynnistyy tarjouspyynnön ja kaupallisten asiakirjojen käsittelystä. Näissä asiakirjoissa perehdytään, mitä tarjoukselta halutaan sekä millaisesta projektista on kyse sekä millä urakkamuodolla urakka toteutetaan, tällä on suuri vaikutus tarjouksen laatimiseen. Tässä vaiheessa myös tarjouslaskija tarkastelee yrityksen omia resursseja, jotta tiedetään, voidaanko projektiin lähteä mukaan vai jätetäänkö kohde tarjoamatta omien resurssien puutteiden vuoksi. Myös tarjouksenpyytäjän tilaa arvioidaan, onko hän luotettava kumppani ja kannattaako siitä näkökulmasta projektiin lähteminen. [2, s. 17–18.]

Kun on päätetty lähteä tarjoamaan projektia, aloitetaan asiakirjoihin perehtyminen. Tässä vaiheessa siis tarjouslaskija käy lävitse kaikki asiakirjat ja tekee samalla erilaisia muistiinpanoja kohteesta, kuten urakkarajat, urakkamuoto, hankinnat, joista tarvitsee tehdä tarjouskyselyitä (IV-koneet, alajakokeskukset ym.). Näitä muistiinpanoja tarvitaan laskentavaiheessa sekä mahdollisessa

urakkaneuvottelussa, ja jos neuvotteluiden seurauksena solmitaan urakkasopimus, tarvitaan näitä muistiinpanoja myös projektin toteutusvaiheessa. [2, s. 20–22.]

Tästä alkaa kustannusten määrittäminen. Projekteissa kustannukset koostuvat materiaalikustannuksista, työkustannuksista ja erilliskustannuksista. Kustannusten määrittäminen aloitetaan riippuen hieman yrityksen toiminnasta joko määräluetteloiden laatimisesta tai tarjouskyselyiden laatimisesta ja mahdollisista eteenpäin laittamisesta. Määrälaskenta on siis prosessi, jossa urakoitavan kohteen materiaalmäärät lasketaan joko käsin tai sähköisesti. Määrälistat tämän jälkeen syötetään riippuen taas yrityksestä joko tarjouslaskenta/talouhallintaohjelmistoon, jossa materiaalille on valmiiksi määritetty hinta sekä työ, tai sitten pienemmät kohteet voidaan hinnoitella Excelillä, mutta tämä on aika työläs vaihtoehto ja on käytössä pääsääntöisesti vain pienyrityksillä. Nämä ohjelmat täten kasaavat koko projektin materiaalien kustannukset sekä työn määrän, ja näin ollen saadaan kohteen materiaali- ja työ-kustannukset. Tähän vielä lisätään mahdolliset erilliskustannukset, joita ovat mm. telinekustannukset, nostotöistä aiheutuvat kustannukset ym. Käsittelen kustannusten määrittämistä osassa 2.2 Kustannusten määrittäminen tarkemmin. [2, s. 23.]

Kustannusten määrittämisen jälkeen laaditaan itse tarjous. Tarjouksen laatimisessa tarjouslaskija kokoaa kaikki kustannukset yhteen sekä laatii tarjouksenpyytäjän mukaiset erittelyt. Kuten esimerkiksi lämmitysjärjestelmien hinta asennuksineen, vesi- ja viemärijärjestelmien hinta asennuksineen jne. Tässä vaiheessa on myös tärkeää, että kaikki tarjousta koskevat rajaukset ovat selkeästi ilmoitettu tarjouksessa sekä tarjouksen voimassa olo on ilmoitettu selkeästi. Tarjouksen laatimista käsitellään yksityiskohtaisemmin kohdassa 2.4 Tarjouksen laatiminen.

Kun tarjous on saatu valmiiksi, lähetetään se allekirjoitettuna tarjouksenpyytäjälle, joka käy tarjouksen läpi. Tämän jälkeen tarjouksenpyytäjä kutsuu tarjoajan mahdollisiin urakkaneuvotteluihin. Urakkaneuvottelussa käydään tarjouslävitse, sekä tehdään siihen vielä lopulliset viimeistelyt ja tarkennukset. Urakkaneuvottelun jälkeen tilaaja tekee päätöksen mahdollisesta urakkasopimuk-

sesta, joka sitoo molemmat osapuolet noudattamaan tarjousta ja sopimusasiakirjoja, jos se allekirjoitetaan. Tilaaja voi myös käydä urakkaneuvottelut muiden tarjouskilpailuun lähteneiden urakoitsijoiden kanssa, ja tämän jälkeen valitsee heistä tarjouksenpyytäjän kannalta parhaimman vaihtoehdon, jonka kanssa he laativat urakkasopimuksen. [2, s. 53–54.]

Lopuksi projekteissa olisi hyvä toteuttaa vielä jälkilaskenta, jonka tarkoituksena on tarkastaa, kuinka hyvin tarjouslaskijan laatima tarjous vastaa projektin lopullisia kustannuksia, ja täten todentaa onnistunutta laskentaprosessia. Käytännössä tässä vaiheessa tarkastellaan kohteen suunniteltujen ja kohteeseen oikeasti menneitä kustannuksia. Tarkastelua voidaan siis suorittaa yrityksen itse parhaaksi näkemällä tavalla esimerkiksi tarkastelemalla vaikka materiaalien menekkiä suunniteltuihin menekkeihin tai toteutuneiden kustannusten ja suunniteltujen kustannusten välillä. Jälkilaskentaa voidaan myös toteuttaa jo toteutusvaiheessa, joka vähentää työkuormaa projektin valmistumisen jälkeen.

2.2 Kustannusten määrittäminen

Kustannusten määrittäminen on tärkein osa-alue tarjouslaskentaprosessissa. Nämä kustannukset ovat niitä kustannuksia, joita yritykselle muodostuu rakennusprojektista. Kustannukset muodostuvat kolmesta eri kategoriasta: materiaalikustannuksista, työkustannuksista ja erilliskustannuksista.

Kustannukset yleensä talotekniikan alalla lasketaan määrälaskentana, jossa projektille laaditaan materiaalilistat joko käsin tai sähköisesti. Näiden listojen perusteella saadaan kohteen materiaali- ja työkustannukset selville. Perehdyt määrälaskentaan luvussa 4 määrälaskenta.

Kuitenkin on olemassa asioita/töitä, joille ei suoraa hintaa tai työaikaa ole määritetty. Tällaisien töiden osalta on osattava itse arvioida ja hinnoitella, tällaisiin työvaiheisiin menevä aika ja työ. Esimerkiksi purkutyöt, säätö ja mitaustyöt, telineet jne. ovat tällaisia. Näitä kutsutaan nimellä erillishankinnat.

2.2.1 Materiaalikustannukset

Materiaalikustannukset muodostuvat nimensä mukaisesti projektiin menevistä materiaaleista, eli putkista, venttiileistä, kalusteista jne. Helpoin tapa materiaalikustannuksien määrittämiseen on ensin laatia määräluettelot projektista järjestelmittain. Määräluetteloiden avulla voidaan täten hinnoitella materiaalit eri tavoin. Tapoja on esimerkiksi itse hintojen etsiminen tukkureiden kuvastoista ja nettikaupoista tai määrälisöjen lähettäminen tukkureille, joiden avulla he laativat tarjouksen. Helpoin tapa on kuitenkin käyttää tarjouslaskentaohjelmistoja, joissa on toimittajien hinnastot päivitettyinä versioina, jolloin ei itse tarvitse alkaa etsiä oikeita hintoja toimittajien kuvastoista tai nettikaupoista. Kuitenkin joitakin tuotteita ei toimittajien hinnastoista löydy, ja näistä tarvitsee tehdä erilliset tarjouskyselyt näiden tuotteiden valmistajille/jälleenmyyjille. Näitä tuotteita ovat esimerkiksi lämmönsiirtimet, tyhjiöilmanpoistajat, kohteeseen spesifioidut tuotteet ja/tai ratkaisut.

2.2.2 Työkustannukset

Työkustannukset määritetään voimassa olevan työehtosopimuksen mukaan. Työehtosopimuksessa on määritetty eri tarvikkeiden ja laitteiden asennukseen menevä aika sekä kytkentöihin kuluva aika. Työehtosopimukseen on määritetty myös kaikki mahdolliset vaativuus- ja olosuhdelisät, eli esimerkiksi korkealla tehtävään työhön kuluu hieman enemmän aikaa kuin tavanomaisissa työoloissa tehtävään tai hitsataan RST-putkea, joka on hitaampaa kuin tavallisen mustanputken hitsaaminen. Työkustannuksien määrittämiseen tämän vuoksi tarvitaan myös määrälisöjä, joten niiden merkitystä ei voi vähätellä. Mutta myös työaikaa joudutaan joissakin tilanteissa arvioimaan, koska työehtosopimuksessa ei kuitenkaan kaikkia mahdollisia talotekniikan-alan työtehtäviä ole määritelty. Näitä työehtosopimuksessa olevia asennusaikoja kutsutaan normitunneiksi. Kun kaikki projektin normitunnit sekä arvioidut työajat on laskettu yhteen, saadaan nämä normitunnit rahalliseksi arvoksi kertomalla ne työehtosopimukseen määritetyllä normituntikertoimella.

Esimerkki työkustannusten määrittämisestä. Kohteessa on 10 metriä koon 12 kupariputkea ja yksi WC-pönttö. Käydään katsomassa työehtosopimuksesta näiden normitunnit yksikköä kohden. Kupariputken normitunti on 0,38 NH/m ja WC 1 NH/kpl. Tämän jälkeen lasketaan normitunnit yhteen

$$NH_{yht} = 0,38 \frac{NH}{m} * 10m + 1 \frac{NH}{kpl} * 1 kpl = 4,8 NH$$

Tarkastetaan tämänhetkinen normituntikerroin työehtosopimuksesta, joka on 17,56 €/NH, ja kerrotaan se normituntisummalla, jolloin asennuksen urakkasummaksi saataisiin 85 €. Tämä summa olisi siis asennuskustannus ilman asennuksen sivukuluja (esimerkiksi sosiaalikulua). [3, s. 88, 98–119.]

2.2.3 Erilliskustannukset

Erilliskustannukset ovat niitä kustannuksia ja töitä, joille ei ole olemassa suoraan määritettyjä asennusaikoja tai hintoja. Näitä kustannuksia ei myöskään voida laskea perinteisiä urakkahinnoittelu periaatteita käyttäen. Tällaisia toimenpiteitä on mainitsemani purkutyöt, säätö- ja mittaukset. Tällaiset kustannukset hinnoitellaankin yleensä näppituntumalta kokeneen tarjouslaskijan toimesta, jolla on jotakin tietoa, mitä toimenpiteet maksavat ja kuinka paljon niihin kuluu aikaa. Erilliskustannuksiin lasketaan myös työntekijöiden sosiaali- ja lakisääteiset korvauskulut, aputyöt, takuuajantyöt, jälkityöt sekä vakuutukset. [2, s. 34–40.]

2.2.4 Alihankinnat

Alihankinnat ovat todella yleisiä talotekniikan urakoinnissa. Alihankintoja käytetään silloin, kun urakoitsija itse ei pysty kyseistä työtehtävää suorittamaan (ei ole tarvittavia resursseja tai osaamista), kuten eristystyöt, säätö- ja mittaukset tai rakennusautomaatiikka. Alihankintoja käytettäessä on kuitenkin syytä ottaa huomioon kohteen aikataulu sekä kysyä alihankintatarjoukset tarpeellisilla dokumenteilla ja riittävän aikaisin, jotta alihankkija on tietoinen työn laajuudesta ja kiireellisyydestä. Alihankintoja ei tietenkään tarvitse silloin, jos yritys pystyy itse suorittamaan kyseiset työtehtävät.

2.3 Tarjouslaskentaohjelmistot

Tarjouslaskennan avuksi on saatavilla eri valmistajien/palveluntarjoajien laatimia laskentaohjelmia. Nämä ohjelmat eivät itsessään laske tavaramääriä tai muita tarjouslaskennassa huomioon otettavia kuluja tai materiaaleja, vaan ne

tulee sinne itse syöttää ohjelman vaatimalla tavalla. Näihin ohjelmiin on valmiiksi määritelty eri tukkureiden hinnastot yrityksen omilla alennuksilla, ja ne tulee päivittää sinne itse tai mahdollisesti sovellus itse osaa hakea tietokannasta päivitetty hintatiedostot. Näihin ohjelmiin on määritetty myös materiaaleille työajat eli normitunnit. Näitä materiaalien hinnasto- ja työaikayhdistelmiä kutsutaan tuotepaketeiksi, sekä yleensä näihin paketteihin on lisätty myös mahdolliset asennustarvikkeet, kuten putkikannakkeet ym. [2, s. 23–24.]

Ohjelmistoihin laaditaan tarjousprojekteja, ja näille tarjousprojekteille vastavasti tarjouspyynnössä esitetyt positiot eli kohdat, joiden sisältö voi olla esimerkiksi lämmitysjärjestelmät, vesijärjestelmä ja kalusteet. Jos tarjouspyynnössä ei ole esitetty haluttuja positioita, on kuitenkin viisasta laatia itse järjestelmäkohtaisesti. [2, s. 23–24.]

2.4 Tarjouksen laatiminen

Tarjous laaditaan yritykselle kohdistuvien kulujen ja halutun kateprosentin mukaan. Tässä vaiheessa onkin järkevää simuloida oma tarjous. Simuloinnissa kerätään yhteen projektiin kohdistuvat materiaali-, työ- ja erilliskustannukset samaan taulukkoon. Tarjous voidaan laatia myös tarjouslaskentaohjelmistolla, jolloin ohjelmaan tulee syöttää yritykselle kohdistuvat erilliskulut joko tarjouksen positioille tai määrittää ne itse tarjouslaskentaohjelmiston asetuksiin.

2.5 Lopullinen tarjouskirje

Lopullinen tarjouskirje tulisi antaa tarjouspyynnön perusteella. Tarjouskirjeessä tulisi kuitenkin olla seuraavat asiat:

- Tarjoushinta
- Kenelle tarjous on
- Tarjouksen kohde
- Tarjouspyynnöstä eroavat poikkeamat
- Sopimusehdot
- Voimassaoloaika
- Maksuehdot
- Laskutus (eli milloin yritys laskuttaa tarjouksen kysyjää sekä onko laskutus maksuerätaulukon vai jonkun muun mukaan.)

- Yhteyshenkilö.

Tarjouskirje sitoo myös yrityksen tarjouksen kysyjään, eli yritys on velvollinen suorittamaan projektin tarjouskirjeessä esitetyllä hinnalla sillä laajuudella, millä se on tarjouskirjeessä esitetty. Tämä ei tietenkään tarkoita, että yritys ei saisi laskuttaa erikseen lisä- ja muutostöitä. Tarjouksen sitovuus loppuu vain, jos tarjous hylätään, kilpailevan yrityksen tarjous hyväksytään tai tarjouksen voimassaolo päättyy. [2, s. 51–52.]

3 TIETOMALLINNUS

Tietomalleja on käytetty jo ennen tietokoneita. Tosin silloin ne olivat rakennuksien pienoismalleja, joista kävi selville rakennuksen muodot ja ulkoinen olemus. Tänä päivänä kuitenkin voimme laatia tietomalleja tietokoneiden avulla, jolloin voimme syöttää malliin enemmän tietoa. [4, s. 12.]

Tietomallit ovat siis malleja, joiden tehtävänä on kuvastaa rakennuksen olemusta, toimintaa ja toteutustapaa, siten että kaikki mallia tarvitsevat tahot löytävät mallista tarvittavat tiedot. Malli ei siis ole vain hieno 3D-kuva/objekti, vaan oikeasti tietoa sisältävä kokonaisuus. Tämän takia tietomallista puhutaankin termillä BIM eli Building Information Model. [4, s. 14–15.]

Buildin Information Model (BIM) tarjoaa kokonaiselle suunnittelu- ja rakentamistiimille mahdollisuuden digitaalisesti koordinoita hankalia rakennus prosesseja, jo ennen varsinaista rakentamista. Buildin Information Model lupaa, että yksi älykäs malli voi sisältää ja koordinoita seuraavaa:

- Rakennustietokannan
- Visuaalisen näkymän rakennuksesta ja rakenteista
- Materiaali- ja laitemäärät
- Kustannusarvot
- 4D-rakentamisen sekvensointi ja raportointi
- Aikataulutuksen
- Valmistustiedon ja työstötavan

Arkkitehdit ja suunnittelijat voivat myös yhdistää BIM-alustat toistensa käyttöön, jolloin he puolestaan voivat:

- Visualisoida monia suunnitteluorganisaatioita
- Simuloida vaihtoehtoja
- Tunnistaa laitteiden/materiaalien välisiä törmäyksiä
- Kommunikoida suunnittelutarkoituksesta kolmiulotteisesti
- Parantaa tuottavuutta. [8, s. 14–17.]

3.1 Tietomallien hyödyt

Tietomallintaminen mahdollistaa erilaisten simulaatioiden ja analyysien tekemistä, ennen rakennuksen valmistumista. Mallia voidaan käyttää analysoinnin apuna katselusovelluksilla ja simulaatioita toteutetaan erillisillä simulointiohjelmistoilla. Näillä simulaatioilla voidaan esimerkiksi tarkastella kohteen LVI-tekniikkaa, tai nyt energiakysymysten ollessa merkittävässä roolissa voidaan tietomallintamisella tarkastella eri U-arvojen, materiaalien, ikkunoiden jne. vaikutusta energiatehokkuuteen ja hiilidioksidipäästöihin. Mallintamisella voidaan myös simuloida tulipalotilanteita, joka parantaa myös kohteiden paloturvallisuutta. [4, s. 29–31.]

Toisena suurena hyötynä mallintaminen tarjoaa tiedon yhteen paikkaan. Eli eri alojen suunnittelijat voivat tuoda omat suunnitelmansa tietomalliin, jonka jälkeen ne ovat kaikkien saattavilla. Kun malliin tallennetaan tietoa, tämä tieto on kaikkien saatavilla, ja sitä kautta voidaan vaikuttaa moniin piirustuksiin, laskelmiin, simulointeihin sekä mallinäkyymiin automaattisesti, eikä tällöin tarvitse tietoa etsiä ja määrittää uusiksi jokaisen suunnittelijan kohdalla, vaan riittää, että suunnittelija tallentaa tiedon malliin. Malli toimii siis laskentojen ja kohteen tutkimisen apuna katselusovelluksissa, sekä simulaatioissa ja joissain laskennoissa mallin tarkastelua/analysointia toteutetaan simulaatio-ohjelmistoilla, kuten esimerkiksi IDA ICE -niminen simulaatio-ohjelmisto, johon malli voidaan tuoda IFC-muodossa.

Tämän takia myös yhteistyö suunnittelijoiden välillä paranee, koska suunnittelijat täten voivat tarkastaa, risteävätkö heidän tekniikkansa tai kulkeeko joku

jossakin, missä sen ei kuuluisi. Tällöin myös suunnitelmat ovat itsessään laadukkaampia ja tarkempia, koska risteävyydet tulevat esiin, kun mallia tarkastellaan. Tulee kuitenkin muistaa, että mallintamisella ei voida kuitenkaan varmistaa, toimiiko kohteeseen suunniteltu tekniikka 100 % varmuudella tai onko kohde tarkoituksenmukainen. Voimme vain tarkastella niitä ehtoja, joita olemme malliin määrittäneet. [4, s. 29–31.]

3.2 Tietomallinnusohjelmistot

Tietomallinnuksessa ohjelmistot voidaan luokitella neljään kategoriaan

- Suunnitteluohjelmistoihin
- Katselu- ja tarkasteluohjelmiin
- Tietomallia hyväksi käyttäviin projektinhallintaohjelmiin
- Analysointi- ja simulointiohjelmiin.

Suunnitteluohjelmistoja käytettäessä suunnittelu ja mallintaminen tapahtuu samaan aikaan. Tarjolla on saatavilla juuri tarvittavalle alalle soveltuvia suunnitteluohjelmistoja. Esimerkiksi LVI- ja sähkösuunnittelussa käytössä on MagiCAD-niminen ohjelmisto, kun puolestaan rakennesuunnittelussa käytetään enemmän Tekla Structures- tai Revit Structures -ohjelmistoja. Tärkeimpänä kriteerinä suunnitteluohjelmistoille onkin, että niillä voidaan tuottaa suunnitelmista IFC-malli suoraan ilman erillisiä toimenpiteitä. Koska suunnitteluohjelmistot päivittyvät ja ominaisuudet lisääntyvät vauhdikasta tahtia, on mahdollonta lähteä erittelemään mitään yleispäteviä toimintoja suunnitteluohjelmistoista. [4., s. 38–42.]

Katselu- ja tarkasteluohjelmilla ei voida luoda malleja, vaan ne soveltuvat vain katseluun ja tarkasteluun. Nämä ohjelmat voivat olla maksullisia tai maksuttomia. Yksi näistä sovellustarjoajista on Solibri, jonka ohjelmistoista on saatavilla kolmea eri versiota, Anywhere, Site ja Office. Näistä Site- ja Office-versioilla (maksullisia) voidaan siis lukea ja tarkastella IFC- ja smc-tiedostoja sekä yhdistää IFC-tiedostoja Model Checkirin omaksi smc-natiivitiedostomuotoon, eli yhdistelmämalliksi. Puolestaan Anywhere-ohjelma (ilmainen) soveltuu vain tarkasteluun, tälläkin ohjelmalla voidaan kuitenkin tarkastella, mitä materiaalia

esimerkiksi seinät ovat. Ohjelmistoissa liikutaan 3D-näkymässä, joka mahdollistaa monipuoliset tarkastelumahdollisuudet. Näistä ilmaisella Anywhere-versioilla voidaan vain tarkastella ja katsoa tietomallia. Site-version avulla saadaan käyttöön enemmän ominaisuuksia informaatiotyökaluilla. Niin sanottu täysversio eli Office-versio sisältää kaikki ominaisuudet, joita Solibri on luonut ja kehittänyt. [4, s. 42–47, 5.]

Projektinhallintaohjelmistot sisältävät työkaluja, joilla voidaan suorittaa kohteen määrä- ja kustannuslaskentaa, aikataulujenhallintaa sekä tuotannonohjausta. Esimerkiksi Vico Office -projektinhallintaohjelmisto hyödyntää tietomallinnusta projektin muutostenhallinnassa. [4, s. 47.]

Analysointi- ja simulointiohjelmistoilla puolestaan pyritään kuvaamaan kohde mahdollisimman tarkasti ja todenmukaisesti. Tyypillisimpiä analysointi- ja simulointikohteita ovat lujuusanalyysit, energia-analyysit ja -simuloinnit sekä äänitekniset tarkastelut. Kuitenkin näissä ohjelmistoissa joudutaan usein luomaan malli tai määrittelemään tietoa itse, eikä sitä välttämättä voida tuoda suoraan suunnittelutietomallista analysointi-/simulointiohjelmistoon. Esimerkiksi IDA ICE -nimisessä simulointiohjelmassa voidaan malli tuoda IFC-muodossa ohjelmistoon, mutta usein tarvitsee manuaalisesti käydä vaihtamassa asetuksia, jotta simulaatiosta saadaan tarkka. [4, s. 48.]

4 MÄÄRÄLASKENTA

Määrälaskenta on tarjouslaskennan tärkein työvaihe. Määrälaskennan tavoitteena on massoitella eli laskea koko projektiin menevät materiaalit. Tämä massoittelu toimii perustana kohteen työn- ja materiaalikustannusten määrittämiseen. Työvaiheessa tarjouslaskija massoittelee tarvittavat materiaalit, kuten putket, kalusteet, päätelaitteet jne. omalla tavallaan.

Määrälaskentaa suorittaessa onkin tärkeää olla tarkka. Hyvin toteutettu laskenta voi nimittäin myös nopeuttaa toteutusvaihetta, koska erillisiä määrälistoja ei täten tarvitse laatia toistamiseen tavarantoimitusta varten. Myös hyvin laadittu materiaalilista on yrityksen toiminnan kannalta erittäin tärkeää, jotta he

saavat projekteja eikä projektien määrälliset ole laskettu väärin. Tällöin tarjoushinta on todennäköisesti liian matala, jolloin projektinhoitajan työ korostuu, jotta projekti ei tuota tappiota.

Määrälaskenta vie eniten aikaa tarjouslaskentaprosessissa. Tämän vuoksi määrälaskentaan käytettävä aika tulisi minimoida. Ajan minimoimiseksi yritykset ovat ottaneet käyttöön enemmän sähköisen määrälaskennan mahdollistavia ohjelmistoja, jotka nopeuttavat tarjouslaskentaa huomattavasti. Tarjouslaskentaan kuluva aika on myös otettava huomioon lopulliseen tarjoukseen, koska se kuluttaa yrityksen resursseja yllättävänkin paljon.

Määrälaskenta aloitetaan aina tutustumalla huolellisesti kohteen kaupallisiin asiakirjoihin, jotta tiedetään, mitä tarjoukselta halutaan sekä mikä asiakirja on pätevin asiakirjojen pätevyysjärjestyksessä. Tämän jälkeen perehdytään kohteen työselostukseen ja suunnitelmiin, ja aloitetaan laskentaprosessi joko perinteisellä tavalla eli käsin tai sähköisesti tietomallia hyväksi käyttäen. Yleensä nykyään tarjouslaskija hyväksi käyttää molempia tapoja yhdessä materiaalisista luodessa.

4.1 Perinteinen määrälaskenta

Perinteisessä määrälaskennassa eli käsinlaskennassa tarjouslaskija laskee projektin materiaalliset käsin projektin paperisuunnitelmista. Tarjouslaskija kokoaa kohteen materiaalit (ns. massat), erilaisille laskentalomakkeille tai esimerkiksi itsetehdyille Excel-taulukoille. Määrälaskennassa tarjouslaskija käyttää työkalunaan suhdeviivainta ja/tai digitaalista karttamittaria, paperikuvia ja projektin asiakirjoja, yliviivauskyniä/värikyniä sekä laskenta-/keräilylomakkeitaan.

Määrälaskennassa tarjouslaskija suorittaa laskennan omalla tavallaan ja parhaaksi näkemässään järjestyksessä. Kuitenkin laskennassa laskija laskee kohteen putki-, ja kanavametrit, päätelaitteet, kalusteet, venttiilit, putki- ja kanaosot ym. Apunaan tarjouslaskija käyttää suhdeviivainta ja/tai digitaalista karttamittaria sekä väri- tai yliviivauskyniä. Tarjouslaskijat yleensä merkkäavat kuviin jo lasketut osat ja metrit väri- tai yliviivauskynien avulla, jotta heillä on

selvyys, mitä he ovat jo laskeneet. On myös järkevää värjätä eri järjestelmät omilla väreillä, jotta kuvia on helpompi tulkita.

Perinteisessä määrälaskennassa tarjouslaskija pyrkii laskemaan kohteen massoja siten, että ne ottavat huomioon todelliset putkipituudet sekä hukkapätkät. Hukkapätkät ovat projektin toteutusvaiheessa syntyviä ylijäämä materiaaleja, joita ei pysty tai ole järkevä hyödyntää. Esimerkiksi patterilinjojen asennuksessa asentajalle jää puolen metrin mittainen rautaputki jäljelle. Tätä rautaputken pätkää ei ole enää kannattava käyttää rungon asentamisessa, koska sen liittäminen toiseen aiheuttaa turhan vuotoriskin sekä asentamiseen kuluu ylimääräistä aikaa.

4.2 Sähköinen määrälaskenta

Sähköisen määrälaskennan periaate on sama kuin perinteisessä, eli tavoitteena on saada projektin materiaalistat. Sähköisessä määrälaskennassa käytetään määrälaskentaan tarkoitettuja laskentaohjelmistoja tai suoritetaan laskentaa sähköisistä kuvista, jotka ovat yleensä PDF- tai DWG-muodossa. Suoraan sähköisistä kuvista suoritettavaa laskentaa toteutetaan joko itse ohjelmalla ohjelman ohjeiden mukaisesti, jolloin ohjelma luo materiaalistat, tai laskenta voidaan suorittaa manuaalisesti sähköisistä kuvista saman tapaisesti kuin perinteisessä laskentamenetelmässä eri kuvan tarkasteluohjelmien mittaus työkaluja käyttäen, esimerkiksi Adobe Readerin suhdemittaus työkalulla, tässäkin tavassa olisi hyvä merkitä jo lasketut kohdat laskentatarkkuuden varmistamiseksi. Tämä ei kuitenkaan ole paras mahdollinen tapa ja sisältää monia riskejä esimerkiksi mittasuhte jää helposti virheelliseksi, kohteen kokonaiskuvan saaminen on haasteellista tai laskentamerkinnot on helppo poistaa tai siirtää vahingossa.

Sähköistä määrälaskentaa voidaan kuitenkin nykyään toteuttaa myös suoraan suunnittelijoiden laatimista tietomalleista, jos yrityksellä on saatavissa oikeat ohjelmistot sekä tarjouksen pyytäjällä antaa tarjouskyselyn mukana projektin IFC-mallin. Tietomallin avulla laadittavat määrälasketat eivät kuitenkaan poista täydellisesti määrälaskijan käsin tehtäviä laskentoja, mutta nopeuttaa huomattavasti laskentaprosessia. Joskus tietomallista ei kuitenkaan voida laatia ollenkaan määräliskoja joko sen takia, että suunnittelija ei ole määrittänyt tarpeeksi

informaatiota malliin, tai kohteen paperikuvat, IFC-malli sekä työselostus ovat ristiriidoissa keskenään. Tällöin on turvaututtava perinteiseen laskentatapaan. Näihin suoraan tietomallista otettuihin määrälisoihin tulee kuitenkin osata arvioida sopivasti ylimääräistä, jotta saadaan edellisen kappaleen lopussa mainitsemani hukkametrit otettua huomioon. [6, s. 5–6.]

4.3 Taloteknisten määräluetteloiden pilotointihanke

Hankkeen tavoitteena oli saada suunnittelijat antamaan valmiit määräluettelot urakoitsijoiden käyttöön. Tällä tavoin voitaisiin välttää turhaa määräkustannustenmittaamista rakennusvaiheen aikana. Hankkeen tarkoituksena oli myös saada tarkempia ja vertailukelpoisempia tarjouksia. [7.]

Hankkeen toteuttajana oli Gravicon/Granlund Oy sekä kumppaneina mukana oli BuildingSMART Finland-foorumien toimijoita, muun muassa Rakennustietosäätiötä, Fira Oy, NCC Suomi Oy, Caverion Oy, Consti Oy ja Skanska [7].

Hankkeen taustana oli vähentää tarjouslaskijoiden laskenta-aikaa, jottei heidän tarvitsisi käyttää aikaansa projektin kappalemäärien ja pituuksien laskemiseen. Nykyinen laskenta-aika on jopa 70–80 % tarjouksenlaatimisajasta. Kun suunnittelijat, rakennuttajat sekä urakoitsijat alkaisivat käyttää tietomallipohjaisia määräluetteloita, toimintaprosessien muutokset voisivat säästää jopa 30–50 milj. € vuodessa. [7.]

Hankkeessa oli tarkoituksena ensin etsiä sopivia rakennushankkeita, joiden löytyminen osoittautui haastavaksi, sekä huomattiin, että kiireelliseen aikataulun vuoksi yhteistyö olisi pitänyt saada aloitetuksi aikaisemmin. Tämän vuoksi hankkeessa päädyttiin vertailemaan perinteisesti laskettujen kohteiden määräluetteloita, kohteiden IFC-malleista laadittuihin määräluetteloihin. [7.]

Lopputuloksena hankkeessa todettiin, että merkittäviä tarkkuuseroja ei määrälisoihin ollut. Suurimmat erot, joita määrälisoihin huomattiin, muodostuivat kaikista pienimpien kanava- ja putkikokojen metrimäärissä. Myös haastatellut tarjouslaskijat suhtautuivat positiivisesti määräluetteloiden käyttöön, mutta määräluetteloiden oikeellisuus epäilytti laskijoita. Samalla todettiin, että projektia ei pystytä hinnoitella vain määräluetteloiden avulla, koska projektiin tulisi

myös pystyä tutustua virallisten piirustusten ja 3D-mallien avulla. Myös tarvittava IFC-mallien mahdollisuuksien tunteminen ei ollut haastattelijoiden mielestä tarvittavalla tasolla. Kuitenkin jokainen tarjouslaskija oli hankkeen jälkeensitä mieltä, että tietomallipohjaista määrälaskentaa tulisi hyödyntää, sekä haluaisi kehittää oman organisaation määrälaskentaa enemmän tietomallipohjaiseksi. [7.]

5 MÄÄRÄLISTOJEN LAADINTA

Tutkimuksessa määrälistat luodaan yhdestä kohteesta kerroksittain ja järjestelmittäin. Määrälistat on laskettu käsinlaskentamenetelmällä sekä sähköisellä laskentamenetelmällä. Liiketoiminnallisista syistä kohteen LVI-suunnitelmat on salattu tässä työssä. Kohdassa 5.1 on kuitenkin esitetty kohteen yleistiedot.

Ennen määrälistojen laskemisen aloittamista on tärkeää tutustua huolellisesti tarjouspyyntöön sekä LVI-työselostukseen. LVI-työselostuksessa kerrotaan, mitä vaateita kullekin järjestelmälle on asetettu, esimerkiksi putkimateriaalit, patterien malli ym. Tässä vaiheessa on myös viisasta verrata työselityksessä kerrottuja vaateita LVI-suunnitelmiin, samalla tehden muistiinpanoja mahdollisista työselityksen ja LVI-suunnitelmien ristiriidoista. Nämä muistiinpanot ovat sitä varten, että kun laskentaa suoritetaan, osataan merkata keräilylistoihin oikeat materiaalit. Materiaalit valitaan yleensä työselostuksen mukaan, koska se on yleensä ylempänä asiakirjojen tärkeysjärjestyksessä. Kuitenkin aina on syytä tarkastaa sopimusasiakirjoista, mikä on asiakirjojen tärkeysjärjestys.

Sähköistä määrälaskentaa varten tarvitaan kohteen IFC-malli. Tänä päivänä kuitenkin näitä malleja on aloitettu jakamaan suurempien uudiskohteiden tarjouspyyntöasiakirjojen mukana. Täytyy muistaa, että tietomallia ei voida kuitenkaan pitää virallisena tarjouspyyntöasiakirjana, vaan tarjous sidotaan kohteen 2D-LVI-suunnitelmiin. Kuitenkin tietomallia voidaan käyttää hyväksi määrälistojen laadintaan, jos malli vastaa 2D-LVI-suunnitelmia. Tämän vuoksi on tärkeää verrata työselostusta, mallia ja 2D-LVI-suunnitelmia keskenään, jotta saadaan selville, vastaako tietomalli materiaalien ja putkireittien kanssa työselostusta ja 2D-LVI-suunnitelmia. Kun vastaavuus todetaan, tarkastetaan, että mallissa on tarpeeksi tietoa, jotta määrälaskenta voidaan toteuttaa sähköisesti.

Tämän jälkeen voidaan aloittaa määrälaskentaprosessi. Määrälaskennan aluksi selvitin, mitkä asiat ovat tämä tutkimuksen kannalta tarpeellisia ja mitkä eivät. Rajasin määrälistojen luonnin ulkopuolelle kohteen jäähdytysjärjestelmät, koska se oli suurimmaksi osaksi määritetty rakennusliikkeen urakkaan, ja vaikka se olisi ollut urakassa mukana, olisi tästä jouduttu kysymään tarjous kylmälaitetoimittajilta.

5.1 Kohde

Kohde on uudisrakennus ja sen bruttoala on 2877 brm². Rakennuksia tontilla vain yksi. Kohde on käytöltään kolmekerroksinen, mutta siinä on erillinen IVKH neloskerroksessa. Alapohja on maanvastainen ja lämmönlähteenä toimii maalämpö.

Kohteessa on viisi taloteknistä järjestelmää. Lattialämmitys, ilmanvaihdon lämmitys, jäähdytys ilmanvaihto sekä vesi- ja viemärijärjestelmä.

5.2 Määrälaskenta käsinlaskettuna

Määrälistojen laadinta aloitetaan laskemalla kohteen paperisuunnitelmista järjestelmittäin kohteen osaluettelot, kuten tarjouslaskija itse parhaakseen näkee. Osaluetteloa voidaan tehdä suoraan Exceliin tai keräilylomakkeille. Osaluetteluun tarjouslaskija merkitsee siis kohteesta lasketut tarvikkeet halutulla tavalla. Työssä käytin toimeksiantajan valmiiksi laatimia Excel-taulukoita tulostettuina, katso taulukko 1.

Taulukko 1. Keräyslomake Excel-tilukko

KOODI	yht	mat		keräily
P0 800		DN 10	MST	
P0 801		DN 15	MST	
P0 802		DN 20	MST	
P0 805		DN 10	MST.KATTOON	
P0 806		DN 15	MST.KATTOON	
P0 807		DN 20	MST.KATTOON	
P0 808		DN 25	MST.KATTOON	
P0 809		DN 32	MST.KATTOON	
P0 810		DN 40	MST.KATTOON	
P0 811		DN 50	MST.KATTOON	
P0 812		DN 50	TUUBI.KATTOON	
P0 813		DN 65	TUUBI.KATTOON	
P0 814		DN 80	TUUBI.KATTOON	
P0 815		DN 100	TUUBI.KATTOON	
P0 816		DN 125	TUUBI.KATTOON	
P0 817		DN 150	TUUBI.KATTOON	
P0 818		DN 200	TUUBI.KATTOON	
P0 820		DN 10	MST.SEINÄLLE	
P0 821		DN 15	MST.SEINÄLLE	
P0 822		DN 20	MST.SEINÄLLE	
P0 823		DN 25	MST.SEINÄLLE	
P0 824		DN 32	MST.SEINÄLLE	
P0 825		DN 25	TUUBI KATTOON	
P0 826		DN 32	TUUBI KATTOON	
P0 827		DN 40	TUUBI KATTOON	

Kuvassa on esitetty teräsputkien määrälaskentalomake, jolle lämmitys järjestelmän määrälaskentaa toteutin. Vasemmassa reunassa on tarjouslaskentaohjelmiston paketin tunnus, jotta tarvittaessa kyseinen materiaali on helppo syöttää tarjouslaskentaohjelmaan manuaalisesti, jos tarvetta on. Seuraavassa sarakkeessa on koko ja materiaalin nimi/tuote. Viimeisenä on keräilysarake, johon kirjataan ylös lasketut massat halutulla tavalla, esimerkiksi tukkimiehenkirjanpituksena tai ihan vain lukuina. Lopuksi kokosin näistä osaluetteloista tarvikkemäärät Excelliin laatimaani taulukkoon. Käsinsasketut materiaalmäärät ovat liitteessä 1.

Laskentajärjestyksen voi tarjouslaskija itse päättää. Itse aloitan osaluetteloiden laatimisen yleensä joko vesikalusteiden tai IV-päätelaitteiden laskemisella, jolloin minulle samalla muodostuu käsitys kohteesta. Olen myös tottunut aluksi selvittämään kohteeseen tulevat hankinnat, joista tarvitsee kysyä tarjous, ja laatinut tarjouspyynnöt valmiiksi ennen osaluetteloiden laatimista, jotta minun on helppo kysyä tarjoukset siinä vaiheessa, kun niitä tarvitsen, samalla minulle muodostuu myös käsitys kohteen järjestelmästä.

Laskentaa helpottaakseen tarjouslaskijat yleensä merkkavat kuviin yliviivaustai värikynillä jo lasketut putket, osat jne. Kuvassa 1 on esitetty, kuinka olen tarjouslaskennassa tottunut merkkamaan jo lasketut.



Kuva 1. Määrälaskennan toteutus ilmanvaihtokuvista

Kuvassa on pinkillä värjätty kohteen tuloilmakanava, sinisellä tuloilmakanavan osat, keltaisella poistoilmakanava ja vihreällä poistoilmakanavan osat. Ilmanvaihdossa on järkevää merkata tuloilmakanavat ja poistoilmakanavat erikseen, sillä jos tuloilmaa jäähdytetään, tarvitsee tuloilmakanava eristää, jolloin tarvitsee tarjouslaskennassa ottaa eristys huomioon.

Määrälaskennassa tulee ottaa huomioon kohteen putkimetrit, kanavametrit ja -osat, putki- ja kanavaeristykset, viemäriputket ja -osat, venttiilien lukumäärä, kalusteet, päätelaitteet sekä kaikki LVI-laitteet, jotka on urakkaan määritetty. Putkiosia ei tarvitse laskea, koska putkiosat otetaan huomioon ns. osapro-sentilla, jossa putken metrihintaan lisätään ennalta määritetty lisäprosentti. Tosin jos putkena käytetään kalliimpia materiaaleja, kuten RST- tai komposiittiputkia, täytyy laskea myös osat erikseen, koska näiden osien hinnat ovat huomattavasti normaalia kupari- tai mustanputken osia kalliimpia, täten osapro-sentin käyttö ei olisi luotettavaa. Myös venttiilejä laskiessa on hyvä tarkastaa, mitkä venttiilit tulee laskea, esimerkiksi kohteessani on lattialämmitys, josta on kysytty tarjousasennuksineen, tällöin ei tarvitse laskea jakotukkikaappien venttiileitä, vaikka ne kuvissa näkyvätkin.

Osaluetteloiden laatimisen jälkeen on hyvä vielä kertaalleen tarkastaa kuvista, että on muistanut ottaa laskennassa huomioon kaikki tarvittavat. Kun osaluettelot ovat tarkastettu, voidaan osaluettelot lähettää tukkureille, jotta he voivat antaa tarjouksen materiaaleista, mutta käytössäni on kuitenkin toimeksianta-

jayrityksen käytössä oleva tarjouslaskentaohjelmisto, johon on jo valmiiksi ladattu yrityksen sopimuskumppanien hinnastot. Ohjelmistoon on myös määritetty materiaalien asennusajat TES:in mukaisesti. Jos asennusaikaa ei ole määritetty, voidaan se itse helposti määrittää ohjelmistoon, jos materiaalille on määritetty asennusta. Tähän tarjouslaskentaohjelmistoon on määritetty valmiiksi valmiit paketit, joiden takia laskennassa ei tarvitse huomioida putkien kannakkeita ja kiinnikkeitä tai kupari- ja teräspankienosia. Paketit sisältävät itse materiaalin ja sen asentamiseen vaadittavat asennustarvikkeet (kannakkeet, ruuvit) sekä asennusajan TES:in mukaisesti. Kuitenkin laskennassa pitää laskea kaikki IV-kanavaosat, koska niiden asentamiselle on annettu asennusaika TES:issä. Myös viemäriosat on laskettava, vaikka niillä ei asennusaikaa ole määritetty, mutta niistä muodostuu oma kustannuserä. Laskennassa on myös tärkeätä laskea mahdolliset kalliimmat osat. Esimerkiksi RST-osat on syytä laskea, koska niistä voi syntyä myös suuret materiaalikustannukset.

5.3 Määrälaskenta tietomallista

Tietomallipohjainen laskenta aloitetaan aina tarkastamalla mallin tietojen oikeellisuus apuna käyttäen LVI-työselitystä ja 2D-LVI-suunnitelmia samalla perehtyen kohteeseen, kuten perinteisessä tavassa. Kun mallin oikeellisuus on tarkastettu, varmistetaan vielä, että mallissa on tarpeeksi tietoa määrälisöjen luomiseen valitulla ohjelmistolla. Jos mallissa on tarpeeksi tietoa, voidaan määrälisöt luoda valittua ohjelmaa käyttäen. Tietomallista kerätty määrälisö liitteessä 2.

Kuitenkin joitakin asioita on joskus tarve laskea perinteisellä käsinlaskentatavalla, vaikka kohteesta olisi olemassa hyväkin malli. Esimerkiksi erikoisemmat laitteet tai järjestelmät on syytä tarkastella perinteisellä tavalla LVI-suunnitelmia, laiteluetteloja ja muita tyyppitietodokumentteja hyväksi käyttäen. Myös suunnittelijan valmiiksi antamat sekä tietomallista kerätyt kaluste- tai päätelaiteluettelot on syytä tarkastaa perinteisellä tavalla. Kuitenkin tietomallia voidaan käyttää apuna selvittämään myös kohteen 2D-LVI-suunnitelmia ja tarkastaa mallista esimerkiksi huoneiden korkeuksia, kerätä IV-koneiden päätyjen koot sekä tarkastella, millaisia kanttikanavia/-osia IV-järjestelmässä on, ja kerätä ne itse laskien mallista keräilylomakkeelle.

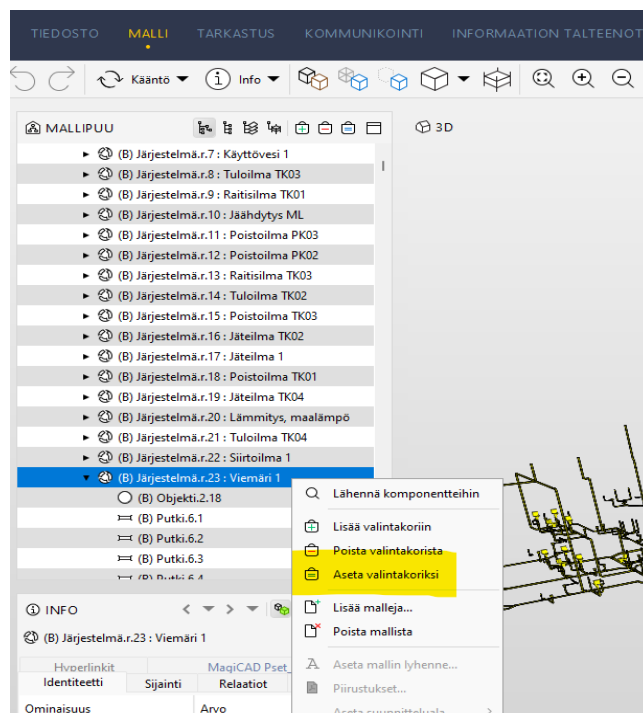
Myös tietomallin avulla luodut määrälistat on syytä käydä lävitse ja tarkastaa, että ohjelmisto on laskenut materiaalit oikein. Kuten perinteisessä tavassa, seuraavaksi massat lähetettäisiin tukkureille tai syötetään tarjouslaskentaohjelmistoon. Tietomallin avulla luoduissa määrälistoissa kuitenkin tulee huomioida se, että se ei laske myöskään kannakkeita tai muita asennustarvikkeita vaan ainoastaan putki/kanavametrit ja/tai osat, oman valinnan mukaan.

5.3.1 Solibri Office -informaationkeräys

Solibri Office on Solibrin tekemä täysversio heidän tietomallien tarkastelu- ja laadunvarmistussovelluksestaan. Solibri Officella voidaan siis luoda määrälistat informaationkeräys työkalua käyttäen.

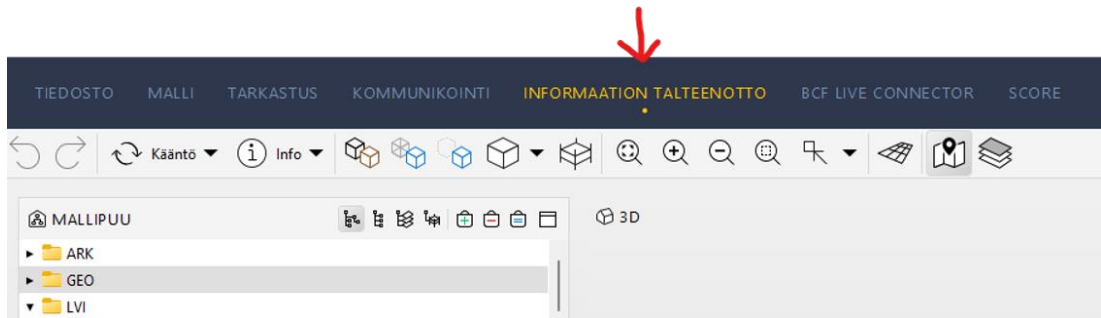
Informaationkeräystä varten aluksi tarkastetaan mallin paikkansapitävyys ja tiedonmäärä, jotta tiedetään, voidaanko mallin avulla luoda määrälistat. Kun paikkaansa pitävyys on todettu, voidaan mallista kerätä määrälistat.

Määrälistojen luonti aloitetaan avaamalla kohteen IFC-malli Solibri Officeen. Tämän jälkeen valitaan, mitä järjestelmää ollaan tarkastelemassa asettamalla haluttu järjestelmä valintakoriin, katso kuva 2.



Kuva 2. Solibri-järjestelmän asettaminen valintakoriin

Kun haluttu järjestelmä on valittu valintakoriin, siirrytään informaationkeräys välilehdelle ylhäällä olevasta valintanauhasta, kuva 3.



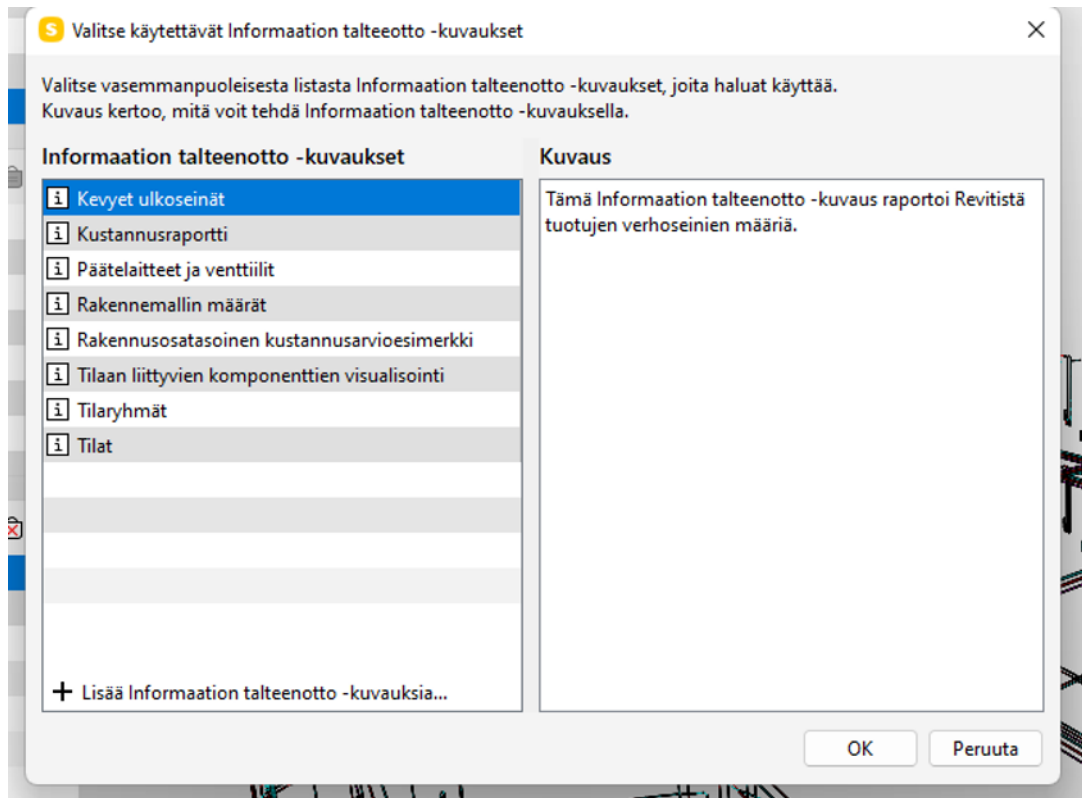
Kuva 3. Solibrin valintanauha

Informaationkeräys välilehden oikeassa alakulmassa on keräystyökalu, jonka avulla määrällistat voidaan luoda. Kuvassa 4 esitetään keräystyökalu.

INFORMAATION TALTEENOTTO			
malleja päivitetty			
AR_1221_Alapohjalaatat	1221 Alapohjalaatat	Katto	Katto-004
AR_1221_Alapohjalaatat	1221 Alapohjalaatat	Laatta	Laatta-009
AR_1221_Alapohjalaatat	1221 Alapohjalaatat	Laatta	Laatta-009
ΔR_1222_Kantavat seinät	1222 Kantavat seinät	Ovi	Ovi 24

Kuva 4. Informaation talteenotto -työkalu

Tässä vaiheessa työkaluun määritettäisiin oikea informaation talteenotto -kuvaus, mutta sen laatimista ja käyttämistä en tule esittämään toimeksiantajan pyynnöstä. Kuvaus valittaisiin kuitenkin kuvassa 5 esitetystä kohdasta.



Kuva 5. Informaation talteenotto työkalun kuvauksien valinta

Näillä kuvauksilla siis annetaan ohjelmalle tieto siitä, mitä tietoa halutaan tietomallista kerätä.

Määrälistojen luonnissa työkaluun valitaan ensin mitä lasketaan esimerkiksi painamalla, valitse kaikki näppäintä, jolloin ohjelma valitsee kaikki ruudulla näkyvät objektit tai itse valitsemalla, painamalla haluttuja objekteja hiirellä. Seuraavaksi painetaan laske valitut painiketta (kuva 4), tällöin ohjelma laskee valitut sillä kuvauksella, joka ohjelmaan määritetään. Tämän jälkeen ohjelma laskee valitut objektit ja luo niistä listauksen työkalun alle. Nämä voidaan tämän jälkeen viedä Exceeliin. Kuvassa 6 esitetään Excel-raportin luonti.

INFORMAATION TALTEENOTTO

(L) Laske valitut Vesi ja viemäriputket ...

Komponenttityyppi	Kerros	Järjestelmä	Tyyppi	Vesi tilanne	Eristys	Vesi, koko	Vesi, pituus	Viemäri tilanne	Viemäri, eristys	Viemäri, koko	Viemäri, pituus
Putki	(B) KERROS...	(B) Järjestel...	Kupariputki	Not defined		10.0	3,84 m				
Putki	(B) KERROS...	(B) Järjestel...	Kupariputki	Not defined		12.0	117,13 m				
Putki	(B) KERROS...	(B) Järjestel...	Kupariputki	Not defined		15.0	19,93 m				
Putki	(B) KERROS...	(B) Järjestel...	Kupariputki	Not defined		18.0	13,24 m				

Kuva 6. Informaation talteenotto raportin luominen

Raportointia varten ohjelma kysyy, millä nimellä raportti tallennetaan ja missä muodossa raportti tallennetaan. Raportti voidaan luoda tavalliseen Excel-pohjaan tai itse luotuun Excel-pohjaan. Työssä käytettiin tavallista Excel-pohjaa. Kuvassa 7 on raportin luonti välilehti.

Kuva 7. Informaation talteenotto -raportin luonti-välilehti

Tämän jälkeen ohjelma laatii Exceliin materiaalilistan valinnan mukaan. Seuraavassa taulukossa on esitetty, miltä tietomallilla luotu materiaalilista näyttää. Taulukko 2 esittää talteenotto työkalun tavallisen Excel-raportin ulkoasun.

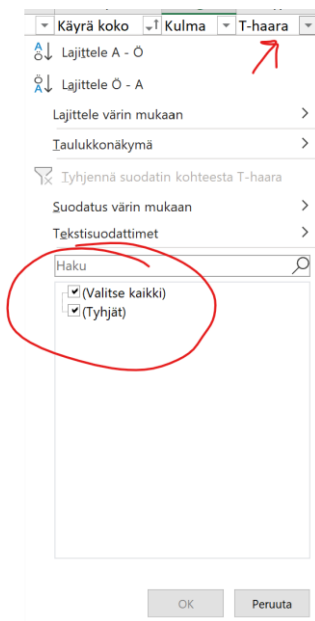
Taulukko 2. Sähköisen määrälaskennan Excel-raportti

Komponenttityyp	Kerros	Järjestelmä	Tyyppi	Vesi tilanne	Eristys	Vesi, kol	Vesi, pitu	Viemäri tilani	Viemäri, erist	Viemäri, kol	Viemäri, pitu
Putki	(B) KERROS 01	(B) Järjestelmä.r.23 : Viemäri 1	PP viemäriputki					Not defined		75.0	135,52
Putki	(B) KERROS 02	(B) Järjestelmä.r.23 : Viemäri 1	PP viemäriputki					Not defined		75.0	118,8
Putki	(B) KERROS 03	(B) Järjestelmä.r.23 : Viemäri 1	PP viemäriputki					Not defined		75.0	26,39
Putki	(B) IVKH	(B) Järjestelmä.r.23 : Viemäri 1	PP viemäriputki					Not defined		110.0	67,34
Putki	(B) VESIKATTO	(B) Järjestelmä.r.23 : Viemäri 1	PP viemäriputki					Not defined		110.0	13,91
Putki	(B) KERROS 01	(B) Järjestelmä.r.7 : Käyttövesi 1	Kupariputki	Not defined		10.0	3,84				
Putki	(B) KERROS 01	(B) Järjestelmä.r.7 : Käyttövesi 1	Kupariputki	Not defined	22/30 "Eristesarja 22"	10.0	1,39				
Putki	(B) KERROS 02	(B) Järjestelmä.r.7 : Käyttövesi 1	Kupariputki	Not defined		10.0	0,504				
Putki	(B) KERROS 03	(B) Järjestelmä.r.7 : Käyttövesi 1	Kupariputki	Not defined		10.0	0,404				
Putki	(B) KERROS 01	(B) Järjestelmä.r.7 : Käyttövesi 1	Kupariputki	Not defined		12.0	117,13				
Putki	(B) KERROS 01	(B) Järjestelmä.r.7 : Käyttövesi 1	Kupariputki	Not defined	22/30 "Eristesarja 22"	12.0	6,49				
Putki	(B) KERROS 01	(B) Järjestelmä.r.7 : Käyttövesi 1	Kupariputki	Not defined	24/50 "Eristesarja 24"	12.0	9,11				
Putki	(B) KERROS 02	(B) Järjestelmä.r.7 : Käyttövesi 1	Kupariputki	Not defined		12.0	44,59				
Putki	(B) KERROS 02	(B) Järjestelmä.r.7 : Käyttövesi 1	Kupariputki	Not defined	24/50 "Eristesarja 24"	12.0	43,85				
Putki	(B) KERROS 03	(B) Järjestelmä.r.7 : Käyttövesi 1	Kupariputki	Not defined		12.0	25,34				
Putki	(B) KERROS 03	(B) Järjestelmä.r.7 : Käyttövesi 1	Kupariputki	Not defined	24/50 "Eristesarja 24"	12.0	56,25				
Putki	(B) IVKH	(B) Järjestelmä.r.7 : Käyttövesi 1	Kupariputki	Not defined		12.0	9,24				
Putki	(B) KERROS 01	(B) Järjestelmä.r.7 : Käyttövesi 1	Kupariputki	Not defined		15.0	19,93				
Putki	(B) KERROS 01	(B) Järjestelmä.r.7 : Käyttövesi 1	Kupariputki	Not defined	22/30 "Eristesarja 22"	15.0	15,54				
Putki	(B) KERROS 01	(B) Järjestelmä.r.7 : Käyttövesi 1	Kupariputki	Not defined	24/50 "Eristesarja 24"	15.0	20,5				

Taulukossa on esitetty, missä kerroksessa materiaali on, mikä on materiaalityyppi (kupari, PP viemäriputki), mihin järjestelmään materiaali on suunniteltu, tilannetieto, eli onko materiaali olemassa oleva vai uusi, eristys, putki/liityntä-koko sekä materiaalipituudet/määrät. Raportissa oleva eristys ei kuitenkaan ole eristys, jolla tarjous voidaan laskea, vaan saamme raportista ainoastaan selville, kuinka monta metriä eristettävää putkea on, jonka jälkeen käydään

katsomassa työselityksestä oikea eristysmateriaali ja paksuus. Ilman eristettä olevat kohdat voidaan tulkita näkyvillä oleviksi putkiksi.

Raportissa on myös raportin käsittelyä vaikeuttava ongelmia. Solibri ei osaa laskea viemärihaaroja ollenkaan, vaan oletettavasti antaa viemärihaarat ns. tyhjinä soluina, jolloin saamme raportista vain haarojen lukumäärän. katso kuva 8.



Kuva 8 Viemärihaarojen lajittelu Excel-raportissa

Myös kanavaosien kohdalla on hieman haasteita. Kanavaosien kohdalla saamme liityntäkoko tiedot, sekä määrätiedot. Mutta haaroja saattaa olla, jopa neljässä eri sarakkeessa, taulukko 3.

Taulukko 3. Kanavahaarojen esitys materiaaliraportissa

Komponenttityyppi	Tilanne	IV-Kone	Kerros	Järjestelmä	Tyyppi	T-haara	T-haara	X-haara	N-haara
Kanavasovitus	Not defined	ILMA-P2	(B) KERROS 02	(B) Järjestelmä.r.6 : Poistoilma TK02	Pyöreät kanavat	125/125/100			
Kanavasovitus	Not defined	ILMA-P5	(B) KERROS 01	(B) Järjestelmä.r.12 : Poistoilma PK02	Pyöreät kanavat	125/125/100			
Kanavasovitus	Not defined	ILMA-T1	(B) KERROS 03	(B) Järjestelmä.r.5 : Tuloilma TK01	BDEX-1-016-016			160/160/160/160	
Kanavasovitus	Not defined	ILMA-P2	(B) KERROS 02	(B) Järjestelmä.r.6 : Poistoilma TK02	BDEX-1-020-020			200/200/125/125	
Kanavasovitus	Not defined	ILMA-P2	(B) KERROS 03	(B) Järjestelmä.r.6 : Poistoilma TK02	BDEX-1-020-020			200/200/125/125	
Kanavasovitus	Not defined	ILMA-T1	(B) KERROS 02	(B) Järjestelmä.r.5 : Tuloilma TK01	BDEX-1-020-020			200/200/125/125	
Kanavasovitus	Not defined	ILMA-T1	(B) KERROS 03	(B) Järjestelmä.r.5 : Tuloilma TK01	BDEX-1-020-020			200/200/125/125	
Kanavasovitus	Not defined	ILMA-P2	(B) KERROS 01	(B) Järjestelmä.r.6 : Poistoilma TK02	Pyöreät kanavat				250/250/160/160
Kanavasovitus	Not defined	ILMA-T1	(B) KERROS 03	(B) Järjestelmä.r.5 : Tuloilma TK01	Pyöreät kanavat				250/250/160/160
Kanavasovitus	Not defined	ILMA-T2	(B) KERROS 01	(B) Järjestelmä.r.14 : Tuloilma TK02	Pyöreät kanavat				250/250/160/160
Kanavasovitus	Not defined	ILMA-T1	(B) KERROS 02	(B) Järjestelmä.r.5 : Tuloilma TK01	Pyöreät kanavat				250/250/250/250
Kanavasovitus	Not defined	ILMA-T1	(B) KERROS 03	(B) Järjestelmä.r.5 : Tuloilma TK01	Pyöreät kanavat				250/250/250/250

Kuten taulukosta huomataan kohteen osalta meillä, on haaroja kolmessa eri sarakkeessa. Huonosti läpikäytynä täten saattaa lopullisessa tarjouksessa olla liian vähän haaroja, jos tarjouslaskija ei ole muistanut huomioida myös muita

raportissa olevia haaroja. X- ja N-haaroilla ohjelma siis tarkoittaa haarakohtia, jossa samasta kohdasta kanava risteää molempiin suuntiin.

5.4 Normituntien ja työhintojen laskenta

Normituntien perusteella määritetään kohteen asennuksen omakustannushinta. Normitunteja lasketaan voimassa olevan TES:in mukaan. TES:issä olevat normitunnit ovat ns. normitettuja asennusaikoja. Normitettu asennusaika siis tarkoittaa aikaa, joka kuluu normaalisti kyseisen materiaalin/laitteen asennukseen. Taulukossa 4 on TES:in kupari- ja komposiittiputkien normituntitaulukko.

Taulukko 4. TES:in kupari- ja komposiittiputkien normituntitaulukko [3, s. 104]

Mom. 2. KUPARIPUTKET JA KOMPOSIITTIPUTKET

Tähän ryhmään kuuluvat kaikki kupariputket lukuun ottamatta putkia, jotka on normiajoitettu muissa 2 §:n momenteissa.

Sarake	1	2	3
Ulkohalkaisija	Kupariputket	Kupariputket puristamalla	Komposiittiputket
Du	Sisälle	Sisälle	Sisälle
	NH/m	NH/m	NH/m
- 22	0,38	0,30	0,30
- 35	0,43	0,34	0,35
- 54	0,50	0,40	0,40
- 64	0,55	0,44	0,44
- 76,1	0,60	0,48	0,48
- 88,9	0,65	0,52	0,52
- 114,3	0,70	0,56	0,56
- 139,7	0,80	0,64	0,64
- 168,3	0,90	0,72	0,72

Du -22 asennus sisälle pinta-asennus 0,40 NH / m. Kattila, lämmönjako-, pumppu- ja ilmastointikonehuoneissa edellä mainittuja normiaikoja korotetaan 30 %:la.

Taulukossa on normitunti ajat per yksikkö. Taulukon oikeassa reunassa on kerrottu putkikoot, tästä sarakkeesta valitaan se rivi, jolla laskettava putkikoko on. Esimerkiksi koot 10–22 laskettaisiin rivin yksi mukaisesti tai puolestaan sen ollessa pinta-asennus laskettaisiin ne taulukon alla olevan huomion mukaisesti 0,4 NH/m. Seuraavat kolme saraketta määrittävät puolestaan liitostavan ja materiaalin. Sarakkeessa 1 on kupariputket, sarakkeessa 2 kupariputket puristusosia käyttäen ja sarakkeessa 3 on komposiittiputket. Näiden otsikokosarakkeiden alla oleva sisälle maininta tarkoittaa, että nämä normitunnit koskevat sisäasennuksia.

Asennuksen omakustannushinta puolestaan lasketaan normituntisummasta, jossa on laskettu kohteen normitunnit yhteen. Nämä normitunnit kerrotaan tämän jälkeen TES:iin määritetyllä normituntikertoimella, joka on tällä hetkellä 17,56 €/Nh [3, s. 88]. Tällä tavoin saadaan siis laskettua asentajille kuuluva asennusurakkasumma. Tarjouslaskennassa pitää ottaa lisäksi asennuksen omakustannushinnan määrittämisessä mukaan asentajan sosiaalikulut, kärkimieslisät, kilometrikorvaukset ja ateriarahat. Asennuksen omakustannushinta tarkoittaa hintaa, joka yrityksellä itsellä kuluu urakan toteuttamiseen asennuksien osalta. Tässä työssä kuitenkin tarkastellaan hintoja vain normituntikertoimen kautta, eikä huomioida sosiaalikuluja tai muitakaan lisiä.

Normituntien laskennan aloitin laatimalla Exceliin taulukon, johon kokosin materiaalit, -koot ja -määrät. Tämän jälkeen katsoin TES:istä materiaalille määritetyt normitunnit per metri/kappale, jonka avulla sain laskettua kyseisen materiaalin normituntisumman. Lopuksi kerroin materiaalin normituntisumman tämänhetkisellä normituntikertoimella (17,56 €/Nh), jotta sain muutettua normitunnit asennushinnaksi. Taulukossa 5 esitetään käsinlaskennan viemärijärjestelmän putkien normituntilaskelma ja asennushintalaskenta.

Taulukko 5. Viemäriputkien normitunti ja työhinta laskenta

Kerros	Materiaali	Koko	Pituus/määrä	NH yht	Hinta
1 Kerros	HT Viemäri	32	14	3,5	61,46
1 Kerros	HT Viemäri	50	0	0	0
1 Kerros	HT Viemäri	75	119	29,75	522,41
1 Kerros	HT Viemäri	110	130	36,4	639,184
1 Kerros	HT Viemäri	160	57	17,1	300,276

Taulukossa oikealta aloitettuna ensin kerrotaan materiaalin sijainti, seuraavaksi materiaali ja sen koko, jonka jälkeen saatu pituus/määrä metreinä tai kappaleina. Normitunnit yhteensä sarakkeessa (NH yht.) aluksi katsoin kyseisen materiaalin ja -koon avulla TES:istä normitunti per metri arvon, jolla kerroin pituus/määrä sarakkeen. Kuvassa 9 esitetään normituntisolun laskenta kaava. Viimeisessä sarakkeessa puolestaan kerroin voimassa olevalla normituntikertoimella normitunnit yhteensä sarakkeen ja näin sain määritettyä asennusurakanhinnan kyseiselle materiaalille ja -koolle. Kuvassa 10 on avattu

asennushinnan määrittäminen. Toteutin laskennan kerros ja järjestelmäkohtaisesti koko rakennuksesta ja järjestelmistä rajausten mukaisesti.

Esimerkki normituntien ja työhinnan laskennasta HT viemäri koko 110. Kuvassa 9 esitetty normitunti sarakkeen laskenta kaava.

X ✓ fx		=0,28*E10				
B	C	D	E	F	G	
1 Kerros	HT Viemäri	110	130	36,4	639,184	

Kuva 9. 110 HT -viemäri normituntisumman laskenta kaava

Kuten kuvasta huomataan HT-viemäri koko 110:n normitunti per metri TES:in mukaan on 0,28 Nh/m ja tämä on kerrottu sarakkeessa E10 olevalla määrällä, jolloin normituntisummaksi saadaan 36,4 Nh. Tämän jälkeen kohtaan G10 on laskettu kuvan 10 mukaisesti asennusurakan hinta.

: X ✓ fx		=F10*\$G\$2				
B	C	D	E	F	G	H
Käsinlaskenta	Hinta sarake on Työn Hinta				17,56	€/NH
Vesi ja Viemäri						
Kerros	Materiaali	Koko	Pituus/määrä	NH yht	Hinta	
1 Kerros	HT Viemäri	32	14	3,5	61,46	
1 Kerros	HT Viemäri	50	0	0	0	
1 Kerros	HT Viemäri	75	119	29,75	522,41	
1 Kerros	HT Viemäri	110	130	36,4	639,184	
1 Kerros	HT Viemäri	160	57	17,1	300,276	

Kuva 10. 110 HT -viemäri työhinnan määrittäminen

Asennuksen hinta määritetään taulukossa kertomalla normituntisumma, joka on kohdassa F10, kohdan G2 voimassa olevalla normituntikertoimella. Normituntikerroin on lukittu kaavaan, jotta se on helposti kopioitavissa myös muille materiaaleille. Näin ollen saadaan koon 110 HT -viemäriksi asennushinnaksi 639,20 €. Tämä hinta olisi siis se asentajien urakkasumma. Tarjouslaskennassa näihin hintoihin lisättäisiin vielä tarvittavat lakisääteiset maksut ja sosiaalikulut, jotta saataisiin yrityksen asennuksen omakustannushinta selville.

5.5 Vertailutaulukon laatiminen

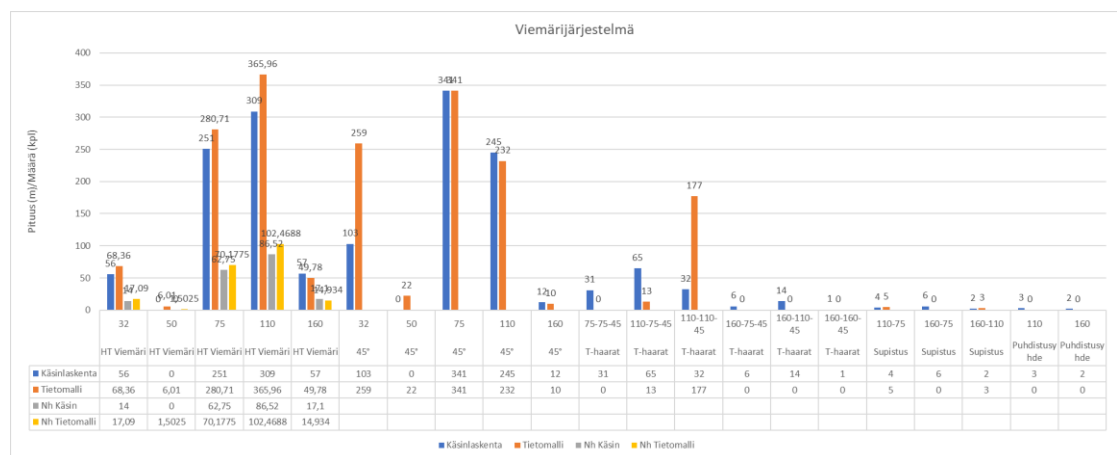
Vertailutaulukon laatimiseen tarvitsin määrällistä, joista toinen laskettiin perinteisellä tavalla ja toinen luotiin sähköisellä tavalla. Laadin vertailutaulukkoon kolme eri vertailua, pituuksien/määrien vertailu, normituntivertailu, sekä työhintavertailu. Liitteessä 3 on esitetty koko vertailutaulukko kerroksittain. Taulukossa 6 on esitetty vertailutaulukon tyyli.

Taulukko 6. Vertailutaulukon tyyli

Vesi ja Viemäri	Ajankäyttö ero	2 pv			
Kuinka paljon mallissa on vähemmän/enemmän					
Kerros	Materiaali	Koko	Pituus/määrä Ero	NH Ero	Hinta Ero
1 Kerros	HT Viemäri	32	6,97	1,7425	30,5983
1 Kerros	HT Viemäri	50	4,91	1,2275	21,5549
1 Kerros	HT Viemäri	75	16,52	4,13	72,5228
1 Kerros	HT Viemäri	110	12,1	3,388	59,4933
1 Kerros	HT Viemäri	160	-7,22	-2,166	-38,035

Kuvassa on esitetty vesi- ja viemärijärjestelmien vertailusarake, jossa tietomallin massoja on verrattu käsinlaskettuihin. Esimerkiksi HT-viemäriin koko 32 pituus/määrä-, normitunti- ja hintaero sarakkeisiin saadut lukemat on saatu vähentämällä tietomallin taulukon sarakkeista käsinlasketun taulukon sarakkeiden arvot.

Lopuksi laadin vertailutaulukon kaveriksi pylväskaaviot, joista näkee visuaalisesti kuinka suuria erot ovat. Kuvassa 11 esitetty viemärijärjestelmän materiaali- ja normituntikaavio.



Kuva 11. Vesi- ja viemärijärjestelmien määrä- ja normituntikaavio

Kuvassa 11 on esitetty kaaviona viemärijärjestelmän materiaalien- ja normituntienmääriä. X-akselilla esitetään materiaali tai mikä osa on kyseessä. Y-akselilla on pituus/määrä. Kaaviossa sinisellä (käsinlaskenta) ja oranssilla (tietomalli) on esitetty määriä. Puolestaan harmaalla (käsinlaskenta) ja keltaisella (tietomalli) normitunteja. Tulokset-osiossa kaikki kaaviot on laadittu samalla tavalla kuin tämä, mutta niistä on eroteltu erilleen määräkaaviot ja normitunti-kaaviot omiin osioihin.

6 TULOKSET

Tutkin työssä määrälistoja ajankäytön, osaluetteloiden materiaalierojen ja luotettavuuden osalta sekä lopuksi vielä arvioin tapojen tehokkuuksia. Suoritin vertailua taulukoista sekä pylväskaavioista. Materiaalieroista laadin lisäksi normituntivertailun sekä laskin näistä normitunneista työhinnat. Työhintojen määrittämiseen olen käyttänyt vain TES:ssä olevaa normituntikerrointa (17,56 €/Nh), enkä ole huomionnut mitään lakisääteisiä sosiaalikuluja tai muita erilliskuluja. Tulokset esitetään kokonaisuuksina järjestelmittäin, mutta arvioinnit perustellaan kerroskohtaisten tulosten pohjalta. Kerroskohtaiset vertailut ovat liitteessä 3.

Tutkimuksen kannalta oleellimmat vertailut ovat putki- ja kanavamäärät ja -osat, kalusteet ja päätelaitteet. Järjestelmiä tutkitaan omina kokonaisuuksina. Lopuksi arvioidaan, ovatko tapojen väliset määräerot, normituntierot ja työkuksannukset merkittäviä tarjouslaskennan kannalta. Materiaaliluettelot esitetään liitteissä 1 ja 2, sekä materiaalivertailutaulukko on esitetty liitteessä 3.

6.1 Määrälistojen vertailu

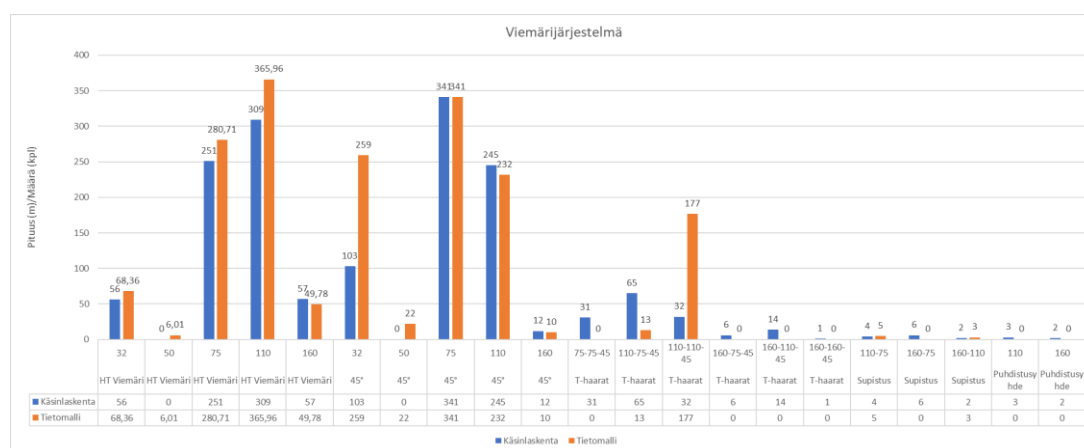
Määrälistojen vertailussa tarkastellaan kohteen määrälistoja tekemällä materiaaliero vertailukaaviot ja taulukot. Laskennassa ei ole ollut tarkoituksena saada käsinlaskettuja materiaalilistoja vastaamaan sähköisiä materiaalilistoja.

Vertailun tarkoituksena on tutkia, ovatko tietomallin avulla luodut materiaalilistat, kuinka lähellä käsinlaskettuja ja toisinpäin. Vertailun lopputuloksen tarkoituksena saada käsitys, pystytäänkö tietomallin avulla luomaan luotettavat ja

tarkat materiaalilistat, joiden avulla tarjouksia voidaan luoda nopeasti ja luotettavasti. Tarkastelua varten suoritettiin myös normituntivertailu, joka on esitetty seuraavassa luvussa 6.2 Normituntivertailu.

6.1.1 Vesi- ja viemärijärjestelmät

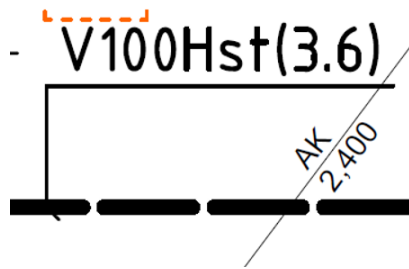
Vesi- ja viemärijärjestelmän vertailu toteutettiin kolmena tarkasteluna. Viemärijärjestelmätarkasteluna, vesijärjestelmätarkasteluna sekä kalustetarkasteluna. Kuvissa 12, 15 ja 16 on vesi- ja viemärijärjestelmien materiaalilistojen erot kaaviona.



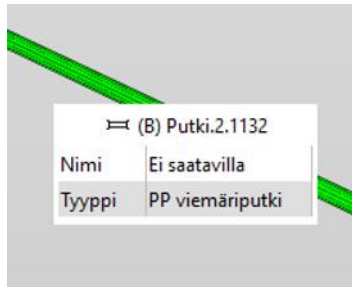
Kuva 12. Viemärijärjestelmän määrät

Kuvassa 12 esitetään kohteen viemärijärjestelmän putkien ja osien vertailukaavio. Vertailusta huomataan, että käyrien ja supistusten osalta materiaali-erot ovat pienet pois lukien koon 32 45° kulmat, jota mallissa on 259 kpl ja käsin niitä ei ole kuin 103 kpl. Tämä johtuu todennäköisimmin siitä, että kohteessa on kuivauskaappeja, joissa on omat koon 32 viemäröinnit ja malli on laskenut näihin tulevat kulmat mukaan raporttiinsa.

Putkissa määräeroja on syntynyt, kuten koon 50 putkesta huomataan. Koon 50 putkea ei ole käsinlaskettu laisinkaan, vaikka mallissa sitä on ollut 6 metriä. Tähän syynä on laitteiden suunnitteluohjelmassa olevat kytkentäkoot, esimerkiksi laite, jossa on suunnitteluohjelman mukaan 50-liityntä, kuten vesilukko, laskee malli tähän pätkät koon 50 putkea. Koon 75 ja 110 putkien erot johtuvat mallin puutteellisuudesta, kuten kuvista 13 ja 14 nähdään 2D-suunnitelmien ja tietomallin samasta kohdasta otetuissa kuvissa viemärimateriaali on eri.



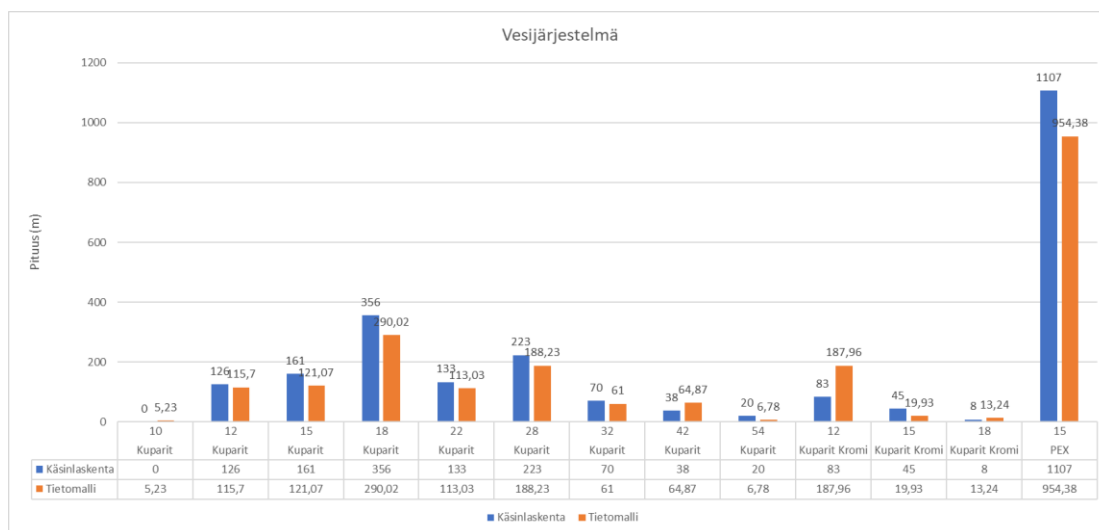
Kuva 13. Viemärimateriaali 2D-kuvissa



Kuva 14. Viemärimateriaali tietomallissa

Kuvista huomataan, että malliin ei ole määritetty keittiöön HST-viemäriä, vaikka työselityksessä niin vaaditaan, jolloin malli on kerännyt kyseiset viemärit tavallisena muoviviemärinä.

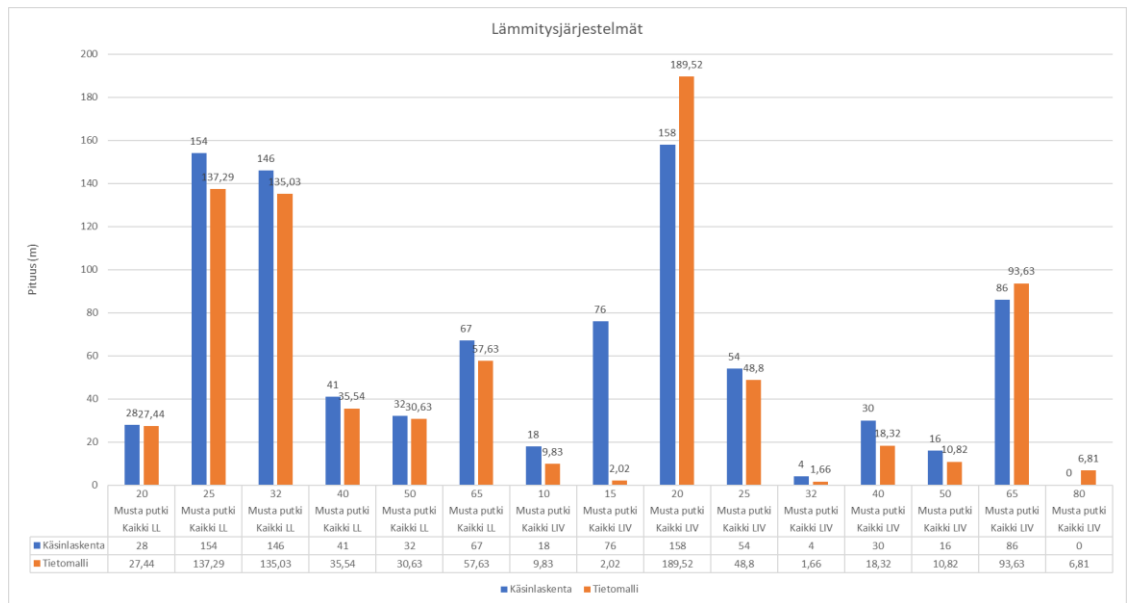
Haarojen osalta asia on kuitenkin toinen, kuten luvussa 5.3.1 mainitaan. Solibrin yhtenä ongelmana on, että se ei luokittele viemärihaaroja erikseen, vaan antaa pelkästään määrittelemättömien solujen lukumäärän, nämä ovat todennäköisesti haarojen lukumäärä. Kuitenkin kun tarkastellaan, kaikki käsinlaskeutut haarat yhteen saadaan summaksi 149 kpl ja mallista on saatu näitä oletettuja haaroja 190 kpl. Voidaan päätellä, että mallin antamat tyhjät kohdat eivät välttämättä ole kaikki haaroja, muistaen kuitenkin mallin laskeneen myös keittiön HST-osat mukaan.



Kuva 15. Vesijärjestelmän määrät

Kuvasta 15 voidaan tarkastella kohteen käyttövesiputkia. Kuten edellisissä kappaleissa on mainittu, vesijärjestelmän osalta ei ole tarpeellista laskea osia, jos kohteessa käytetään tavanomaisia kupariputkia ja -osia, vaan ne voidaan ottaa huomioon osaprosenttina. Kuitenkin kuvasta 15 huomataan materiaali-erojen olevan pieniä. Käsinlaskemalla on saatu hieman enemmän metrejä verrattuna tietomalliin, tämä johtuu vain käsinlaskentatavasta, jolloin aina pyöristetään lasketut metrimäärät ylöspäin. Tämä voi myös johtua käyttämästäni digitaalisesta karttamittarista, joka antaa reilummin metrejä verrattuna tavalliseen suhdeviivaimeen.

PEX-putkea on saatu enemmän käsinlaskemalla, ja 12 kromikuparin kohdalla kuitenkin tietomallista on saatu huomattavasti suurempi määrä putkea. Ilmiö johtuu usein siitä, että käsinlaskennassa on laskettu eri putkikokona tai materiaalina pidemmän matkaa kuin se suunnitelmissa on. Tällaisissa tapauksissa on siis käynyt siten, että käsinlaskennassa on kuvista tulkittu, että kyseistä kokoa ja materiaalia kulkisikin pidemmän tai vähemmän matkaa kuin sitä on oikeasti suunniteltu. Tämän takana on usein puutteelliset merkinnät suunnitelmissa tai pystynousujen ja 2D-suunnitelmissa näkymättömien putkireittien arviointien vaikeus, jolloin laskija laskee varmasti tarpeeksi putkea.

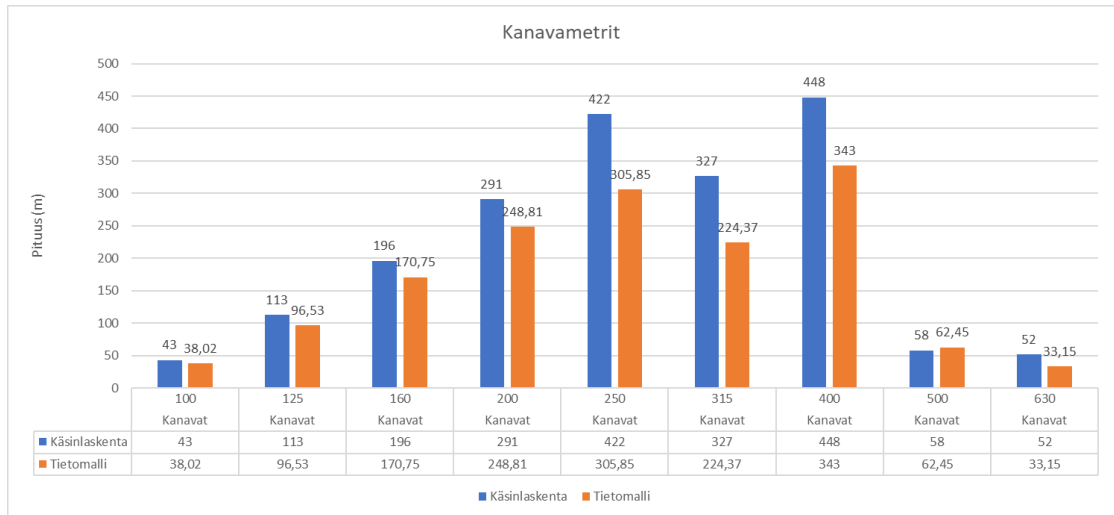


Kuva 17. Lämmitysjärjestelmien määrät

Kuvasta 17 huomataan, että myös lämmitysjärjestelmien kohdalla määräerot eivät ole merkittäviä. Todennäköisesti ilmastoinnin lämmityksen laskennassa on käynyt sama tapahtuma kuin PEX-vesiputkien laskennassa, eli on laskettu vääränä kokonaan koon 15 putkea, kun tätä olisi pitänyt laskea koon 20 putkena. Tulemme kuitenkin huomaamaan seuraavassa luvussa olevasta normituntitarkastelusta, että tällä ei ole merkittäviä vaikutuksia työhinnan määrittämisosalta. Myöskään materiaalihinnan osalta tällä ei ole suurta merkitystä, koska koko ero ei ole kuin yhden koon ero.

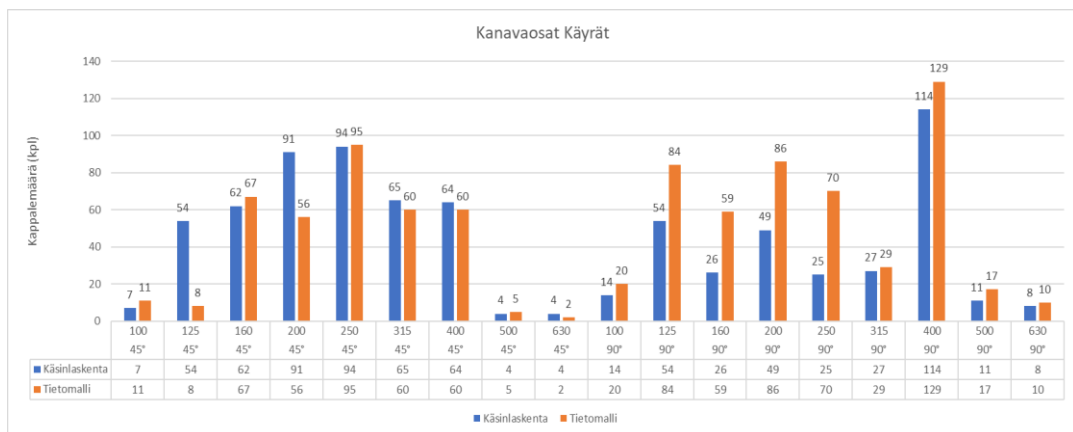
6.1.3 Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihtojärjestelmän tarkastelu on pilkottu neljään eri kaavioon, kanavametreihin, käyriin, muihin osiin sekä päätelaitteisiin. Kuvissa 18–20 esitetään kanavien ja -osien materiaalirokaaviot.

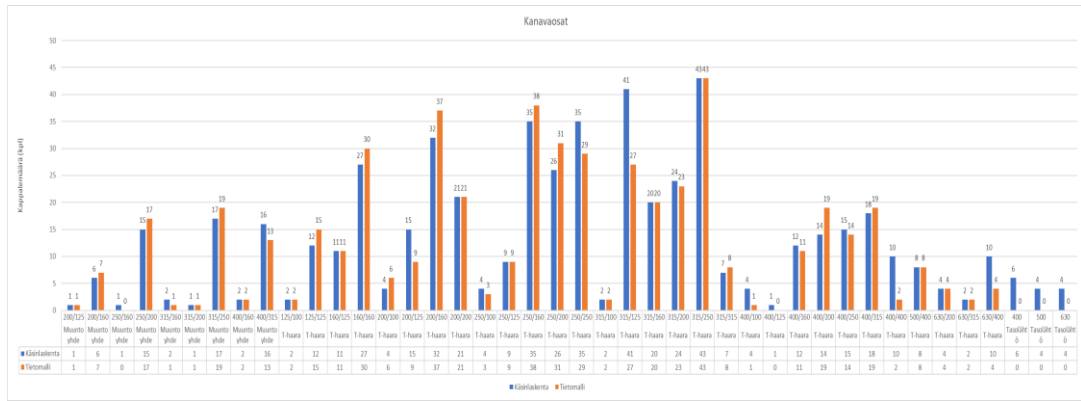


Kuva 18. Kanavien määrät

Kuvasta 18 nähdään, kuinka käsinlaskemalla on saatu enemmän metrejä kuin mallista keräämällä. Selitys tähän on hyvin yksinkertainen, tietomallista keräämällä ohjelma poistaa jokaisen haaran ja osan kanavien välistä pois, mutta käsinlaskemalla laskija rullaa karttamittarilla tai mittaa suhdeviivaimella suoraan osan ylitse. Näin laskien myös kanavaosan, osaksi kanavametrejä, jolloin automaattisesti saamme käsinlaskemalla paljon enemmän metrejä. Varsinkin jos kohteessa on paljon kulmia ja haaroja. Kuitenkaan tämä ei haittaa tarjouksen näkökulmasta tähän palataan hieman myöhemmin.

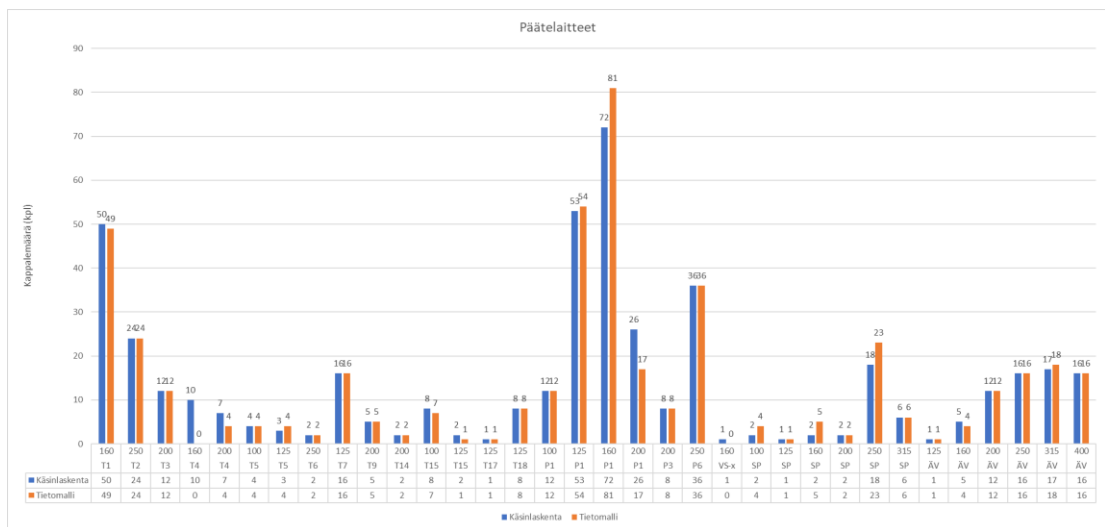


Kuva 19. IV-käyrien määrät



Kuva 20. IV-osien määrät

Kuvissa 19 ja 20 on kohteen käyrät ja kanavaosat kaaviolina. 45° käyrien ja haarojen suhteen ei merkittäviä eroja materiaaliistoissa ole. Kuitenkin huomataan, että 90° käyriä mallista on saatu melkein puolet enemmän koissa 125–250. Mutta puolestaan käsinlaskemalla on laskettu koon 45° käyriä 125 ja 200, paljon enemmän. Tässä on tulkittu 2D-kuvaa laskiessa väärin ja täten on laskettu 90° käyriä 45° käyriä. Mahdollista voi olla myös ohjelman keräystoiminnon antamassa raportissa on tulkinneita haasteita. Raportissa käyrien asteet ovat siinä muodossa kuin suunnittelija on ne piirtänyt, esimerkiksi kaikki käyrät eivät ole tasan 45° tai 90° vaan saattavat olla muodossa 53°. Tämän vuoksi tietomallinlaskentaratortista on kerätty kaikki yli 45° käyrät 90° käyriä. Haarojen osalta huomataan, että yhtä haarakokoa on laskettu käsin aika paljon enemmän, mutta huomioiden se, että puolestaan joitakin haarojan on laskettu vähemmän, voidaan todeta tämä tulkinneiksi virheeksi.



Kuva 21. Päätelaitteiden määrät

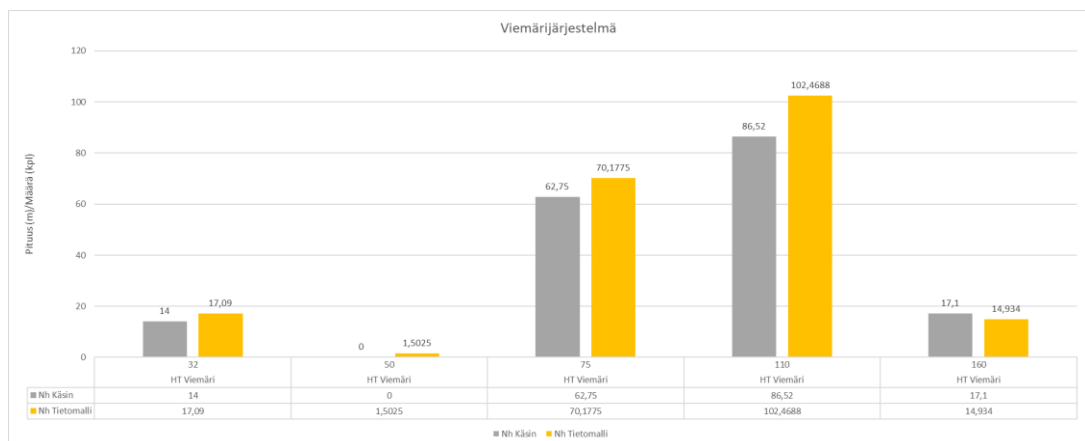
Kuvassa 21 on kohteen päätelaitetarkastelu. Kaaviosta huomataan, että päätelaitteita voidaan kerätä huoletta mallista. Päätelaitteiden määrissä ei juuri-kaan eroja ole muutamaa pientä poikkeamaa lukuun ottamatta. Nämä poikkeamat ovat kuitenkin sen verran pieniä, että niillä ei oikeastaan ole merkitystä. Ainoa suurempi ero on P1-päätelaitteessa, kyse on kuitenkin tavallisesta lautasventtiilistä, joten tuolla 9 kpl erolla ei tässä ole mitään merkitystä.

6.2 Normituntivertailu

Normituntivertailun pohjalta voidaan arvioida tapojen välisistä määräeroista muodostuvien työhintojen merkitystä lopullisen tarjouksen näkökulmasta. Työhinnat määritetään käyttämällä voimassa olevaa normituntikerrointa, joka on määritetty TES:iin ja on suuruudeltaan 17,56 €/Nh. Normituntitarkastelu on laadittu järjestelmittain. Työhinnan määrittämisessä ei ole huomioitu sosiaali- tai muita erilliskustannuksia.

6.2.1 Vesi- ja viemärijärjestelmien normitunnit

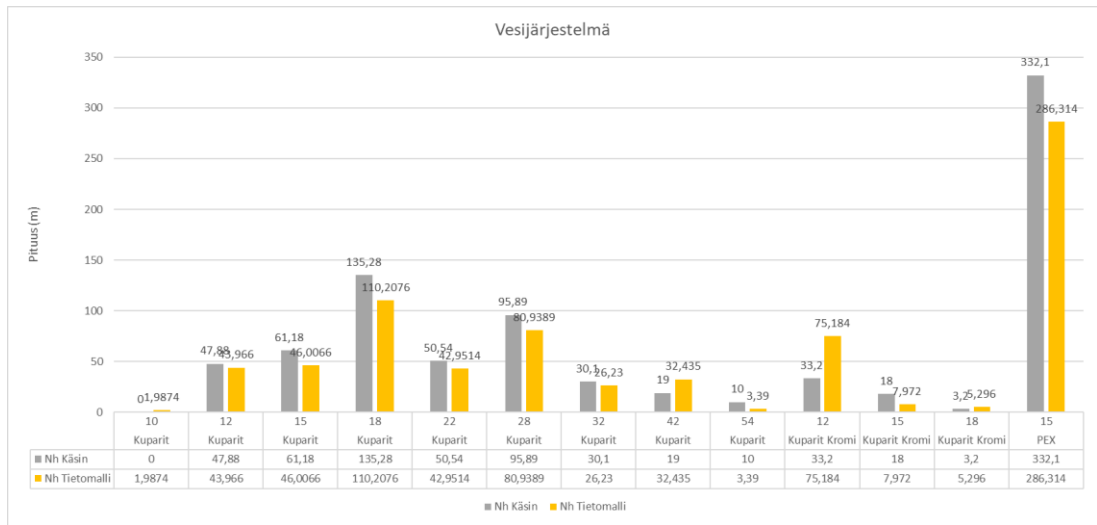
Viemärijärjestelmän osalta tarkastellaan vain putkista aiheutuvia normitunteja, koska viemäriosille ei ole määritetty normituntiaikoja. Kuvassa 22 esitetään viemäriputkivertailu.



Kuva 22. Viemärijärjestelmän normitunnit

Kuten kuvasta 22 huomataan, tietomallista on saatu kerättyä enemmän materiaalia, jolloin myös normituntisumma on suurempi. Tarkastelun pohjalta huomataan, että mallista on saatu kerättyä 25,8 Nh enemmän kuin käsinlaske- malla. Mutta kun tämä tuntimäärä muutetaan rahalliseksi arvoksi, saadaankin

vain 453,10 € työhinnaksi. Tällaisella summalla ei ole merkitystä tämän kokoisessa urakassa. Seuraavassa kuvassa 23 esitetään normituntivertailu vesijärjestelmän osalta.



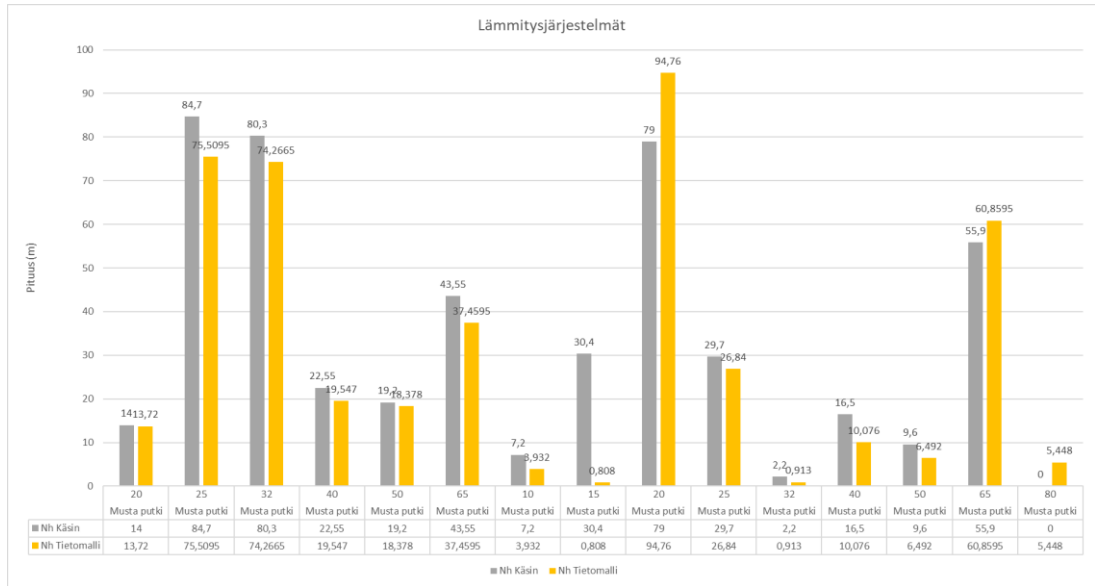
Kuva 23. Vesijärjestelmän normitunnit

Myös vesijärjestelmän normituntivertailusta huomataan, että osassa materiaaleja normituntierot ovat suurempia kuin toisissa. Normituntivertailun tarkastelun etuna on kuitenkin se, että yhteenlasketun erotuksen tulisi olla mahdollisimman pieni. Tämän vuoksi, vaikka eroja on, huomataan, että toisen putkikoon/materiaalin normitunnit kompensoivat toisiaan sopivasti. Näin ollen yhteenlaskettu normituntierotuksen summa on -73,49 Nh. Eli käsinlaskemalla on saatu laskettua 73,49 Nh verran enemmän materiaaleja kuin tietomallista. Tästä aiheutuisi 1290,50 € edestä työlle hintaa. Tässä on kuitenkin taas muistettava, että tietomallista kerätyissä massoissa ei ole huomioitu luvussa 4.1 mainitsemia hukkametrejä. Joten nämä asiat huomioituna myöskään vesijärjestelmän normituntien osalta ei merkittäviä eroja synny.

Lopuksi tarkastelussa olisi kalusteet. Mutta kuten huomasimme materiaalivertailussa, että tietomalli keräsi kalusteen oman mielensä mukaan, ei normituntivertailua olisi tarpeellista toteuttaa. Kuitenkin normituntierotuksen summaksi kalusteisiin saadaan vain 6,4 Nh tietomallin eduksi. Tämän rahallinen osuus olisi täten 112,40 €. Mutta koska materiaalierot olivat niin suuria, en luottaisi tietomallista kerättyihin kalustelistoihin, vaikka ne muutettaisiin normitunneiksi.

6.2.2 Lämmitysjärjestelmän normitunnit

Lämmitysjärjestelmän normitunnit ovat kuvassa 24.

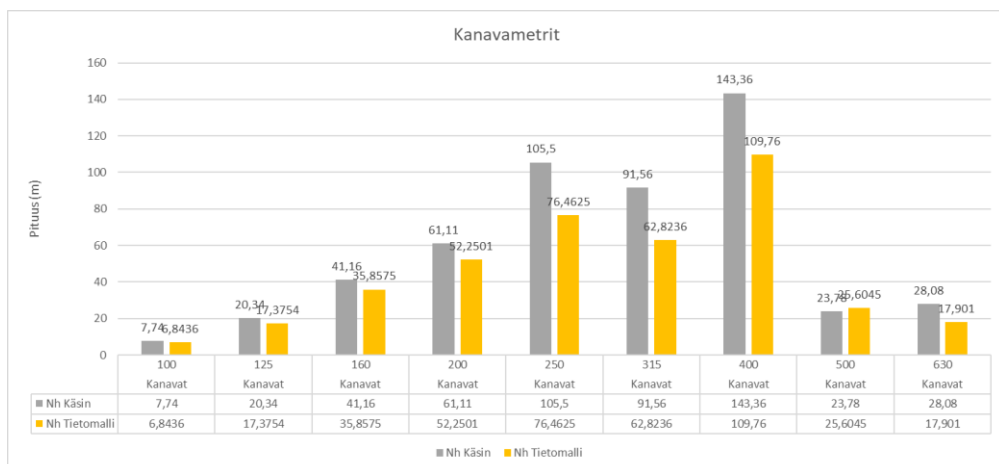


Kuva 24. Lämmitysjärjestelmien normitunnit

Huomataan, että lämmitysjärjestelmänkin osalta osan materiaalin kohdalla erot ovat suurempia kuin toisten. Nämä erot kuitenkin kompensoivat toisiaan. Näin ollen normituntieroksi saadaan 45,79 Nh enemmän käsinlaskennassa. Rahalliseksi arvoksi saadaan 804,10 €. Mutta kuten vesijärjestelmässä muistetaan, että tietomallinmassat ovat taas ne absoluuttiset, eivätkä sisällä mitään ylimääräistä, joten tälläkään erotuksella ei ole merkitystä.

6.2.3 Ilmastointijärjestelmän normitunnit

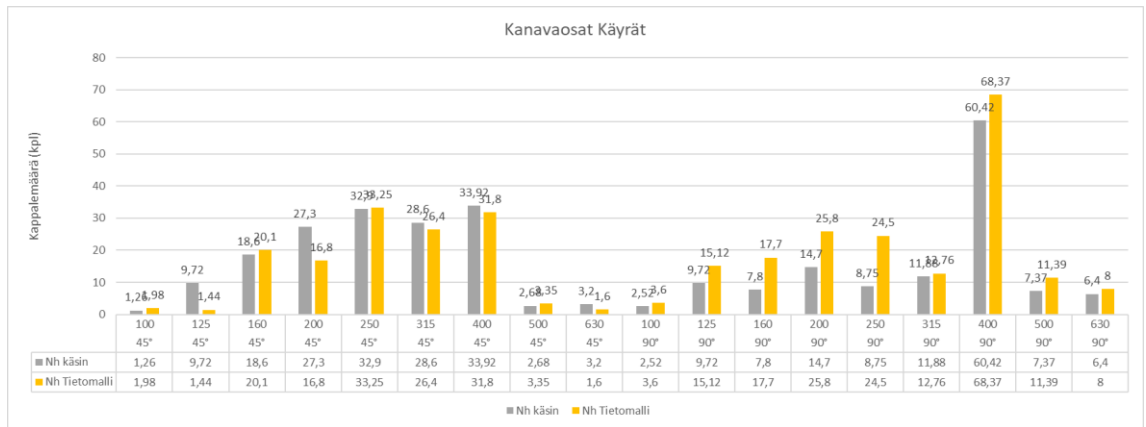
Ilmanvaihtojärjestelmän osalta on hyvä tiedostaa, että näissä järjestelmissä myös kanavaosille on määritetty työaika. Aloitetaan tarkastelu kanavametriä normitunneista, jotka esitetään kuvassa 25.



Kuva 25. Kanavien normitunnit

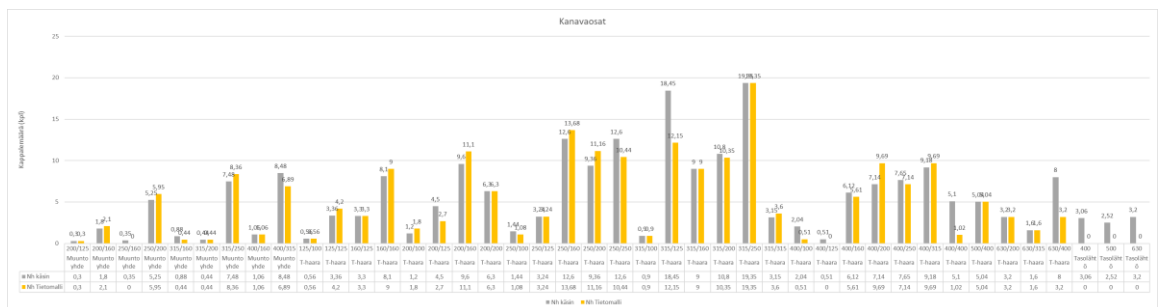
Kuten edellisessä luvussa ilmastointijärjestelmän osalta puhuttiin, käsinlaskemalla saadaan suurempi materiaalmäärä jo pelkästään sen vuoksi, että käsinlaskemalla metrimääriin lasketaan mukaan myös osista muodostuvat metrit. Kuitenkin myös ilmanvaihdossa on hyvä muistaa, että tietomallin massoissa ei ole ylimääräistä. Kanavista saadaan käsinlaskemalla 117,75 Nh enemmän, joka vastaa 2067,75 €. Ottaen huomioon, että hukkapätkiä ei ole huomioitu tietomalliin, tällä normituntierotuksella ei ole merkitystä summan ollessa sen verran pieni verrattuna järjestelmän suuruuteen.

Seuraavaksi tarkastellaan normitunteja osien ja käyrien suhteen kuvissa 26 ja 27.



Kuva 26. IV-käyrien normitunnit

Käyrien osalta normituntieroksi saadaan tietomallista 36,22 Nh enemmän, joka olisi 636,05 € työhintana.



Kuva 27. IV-osien normitunnit

Osien puolesta normituntiero on käsinlaskemalla 22,06 Nh enemmän, eli 387,40 €. Lopuksi kun summataan kaikki ilmastointijärjestelmän kanavien ja -

lattia lämmitys, koska tällöin meidän ei tarvitse laskea kohteeseen lämmitysradiaattoreita. Tällöin kysytään tarjous lattia lämmitystoimittajilta/-laitevalmistajilta. Itse ajankäytöllisesti ilmastointijärjestelmät ovat hitain vaihe laskea käsin. Tämä johtuu siitä, että järjestelmät ovat kookkaita, sekä jokainen osa ja käyrä on laskettava listoihin mukaan. Nopein laskettava on puolestaan lämmitys järjestelmä juuri sen vuoksi, ettei siinä tarvitse osia erikseen laskea sekä putkireitit ovat selkeät ja suoraviivaiset.

Käsinlaskemalla kohteen laskentaan kului yksi päivä lämmitys järjestelmän osalta (IV-lämmitys ja lattia lämmitysrunkoputket), kaksi päivää vesi- ja viemärijärjestelmään sekä neljä päivää kohteen ilmastointijärjestelmään. Eli kokonaisuutena käsinlaskemalla kohde laskettiin seitsemässä työpäivässä. Tähän lisätään vielä noin kahdesta kolmeen päivään asiakirjojen tarkastelua, tarjouslaskentaohjelmistoon syöttämistä sekä tarjouksen simuloinnista ja tarjouksen laatimista. Eli käsinlaskemalla tarjous voidaan antaa kymmenen päivän kuluttua tarjouspyynnön vastaanottamisesta.

Sähköisellä määrälaskennalla ajankäyttö puolestaan muodostuu asiakirjojen ja suunnitelmien vastaavuuksien ja ristiriitojen määrittämisestä, itse määrälis-tojen luonti ei vie aikaa. Jos malli sekä asiakirjat täsmäävät, ei mallista keräämiselle ole estettä. Aikaa vievin osa sähköisessä laskennassa on määrälis-tarjousraporttien siistiminen. Solibrilla tuotetut määrälis-tarjousraportit ovat itsessään hie-man haastavia ja epäselkeitä lukea/tulkita, joten tapana on ollut siirtää raportin massat samoihin laskentapohjiin, joita käsinlaskennassa käytetään.

Sähköisessä laskennassa määrälis-tarjousraportit pystyttiin tuottamaan noin 15–30 minuutissa. Itse määrälis-tarjousraporttien käsittelyyn puolestaan kului aikaa noin yksi tunti. Myös sähköisessä laskennassa kuluu sama kahdesta kolmeen päivää muihin tarjouslaskennan asioihin. Kuitenkin sähköisellä määrälaskennalla tarjous voidaan laatia kahdesta neljään päivään. Sähköinen määrälaskenta siis nopeuttaa tarjouslaskentaa noin seitsemällä päivällä.

6.4 Tarkkuus

Määrälaskennan tarkkuus voidaan todeta tarjouslaskennassa jälkilaskentana, jossa kohteen toteutusvaiheessa verrataan tarjouslaskijan määrälistoja toteutuneisiin määrämenekkeihin. Tässä osiossa kuitenkin tarkkuuden tulokset ovat laadittu mallin ja käsinlaskennan määrälistojen vertailun pohjalta.

Käsinlaskennan tarkkuus perustuu täysin laskijan huolellisuuteen ja suunnitelmientulkitsemis-/luku taitoon. Jos laskija osaa lukea suunnitelmia hyvin, hän pystyy luomaan määrälistat nopeasti ja tarkasti. Mitä nopeammin käsinlaskennassa lasketaan sitä suuremmalla riskillä laskentaan, tulee virheitä. Kuitenkaan laskija ei voi luoda määrälistoja hirmuisen hitaasti, vaikka täten pystyisi laskemaan kohteen massat todella tarkasti. Koska tällöin laskenta-aika saattaisi paisuiksi todella pitkäksi, eikä tarjousta kerettäisi lähettämään määrääikään mennessä. Laskenta-ajan pitkittyessä myös tehokkuus putoaisi kannattamattomalle tasolle.

Tietomallin tarkkuus puolestaan perustuu suunnittelijan huolellisuuteen ja ammattitaitoon. Jos suunnittelija on määrittänyt kohdetta suunniteltaessa putkimateriaalit ja koot huolellisesti sekä käyttänyt merkitsemiseen dimension text -merkintätyökalua (päivittää/laatii putkimerkinnät automaattisesti valitun putken mukaan), on suunnitelmat tällöin toteutettu hyvin sähköistä määrälaskentaa silmällä pitäen. Kuitenkin hyvin usein huomaa, että suunnitelmissa käytetään käsin kirjoitettuja putkimerkintöjä. Jolloin tietomallissa saattaa olla piirretty tavallista viemäriputkea (muovia), vaikka kuviin on määritetty HST-viemäriputkea. Näissä tapauksissa sähköisen määrälaskennan tarkkuus laskee, jos laskija ei huomaa kyseistä ja suorittaa laskennan siinä uskossa, että malli sisältää vain oikeaa tietoa.

7 LUOTETTAVUUS JA TEHOKKUUS

Luotettavuutta ja tehokkuutta arvioidaan määrälistojen, ajankäytön ja tarkkuuden pohjalta. Luotettavuutta arvioidaan määrälistojen, suunnitelmien ja työselostuksen paikkansapitävyyksien sekä laskentatarkkuuksien pohjalta. Puolestaan tehokkuus arvioidaan laskenta-ajan sekä luotettavuuden avulla.

7.1 Sähköisen määrälaskennan luotettavuuden arviointi

Sähköisen määrälaskennan luotettavuuden osalta malli oli pääosin luotettava. Tietomallien tulisi olla luotettavia, koska suunnitteluohjelmistot luovat mallin suoraan laadituista suunnitelmista, kunhan suunnittelija vain määrittää oikeat putkimateriaalit, korkoasemat sekä tilatiedon (olemassa oleva, uusi jne.) putkilleen.

Mallissa oli viemäreiden osalta pientä suunnittelijan laiskuutta sekä kalusteita ei malli osannut tunnistaa ollenkaan. Viemäreissä huomattiin keittiön osalta väärä putkimateriaali. Tämä ei kuitenkaan luotettavuutta laske, jos samankaltaiset virheet huomataan, koska tällaisissa tapauksissa voidaan laskea käsin tai luoda sähköisesti määrälliset keittiön viemäreistä ja poistaa nämä massat alkuperäisestä määrällistästä, jossa kaikki viemärit oli määritetty muoviviemäreinä. Puolestaan kalusteiden osalta tietomallista ei saatu mitään järkevää, ja tästä toteaisin, että kalusteiden keräys tietomallista ei ole luotettavaa. Myös toimeksiantaja osasi minua varoittaa kalusteista, että tietomalli ei jostakin syystä osaa laskea kalusteita oikein.

Materiaalilistojen vertailun pohjalta voin myös todeta sähköisen määrälaskennan olevan pääosin luotettavaa, kunhan laskija käy huolellisesti lävitse työselityksen, 2D-suunnitelmat sekä tietomallin paikkaansa pitävyyden. Lopputulos perustuu luotettavana pidetyn käsinlaskennan ja sähköisellä määrälaskennalla luodun määrällisten vertailuun, jossa materiaalierot olivat sen verran pieniä, että niillä ei oikeastaan ole merkitystä tarjoushintaan. Myös tietomallin tarkkuuden arvioinnissa huomattiin, että tietomalli oli hyvin tarkka ja huolellisesti laadittu, jolloin pystyimme luomaan mallin avulla todella tarkat materiaalilistat kohteesta.

7.2 Käsinlaskennan luotettavuuden arviointi

Käsinlaskennan tulisi olla luotettavaa, koska laskija joutuu väkisin aina perehtymään virallisiin 2D-suunnitelmiin, jolloin myös suunnitelman reunassa olevat lisämerkinnät tulevat huomioitua. Myös laskija joutuu jatkuvasti varmistamaan asioita työselityksestä. Suunnitelmia lukiessa/laskiessa kokenut las-

kija huomaa suunnittelijan mahdollisia virheitä sekä pystyy laskemaan kohteen niillä merkinnöillä, joita kuvissa on, eikä tarvitse välittää, millä materiaalilla suunnittelija on kohteen piirtänyt.

Käsinlaskennan luotettavuutta voidaan arvioida tämän kohteen osalta materiaalilistojen vertailusta, koska olemme todenneet kohteen mallin pitävän paikkaansa todella hyvin. Suurempia määräeroja emme huomanneet vertailussa, tosin käsinlaskemalla olimme saaneet osittain enemmän metrejä/kappaleita kuin tietomallista. Mutta tämä ei haittaa, kun muistellaan taas kappaleen 4.1 lopussa selitettyjä hukkametrejä. Sanoisin, että kohteen osalta käsinlaskennassa on onnistuttu ja määrälisat ovat luotettavat juuri pienten määräerojen vuoksi.

7.3 Laskentatapojen tehokkuus

Tapojen tehokkuuksien arvioinnissa täytyy ottaa huomioon laskenta-aika. Tapa on tehokas, jos se on luotettava ja pystytään laatimaan tarjous nopeasti.

Tänä päivänä tarjouksia on alettu vaatia nopeammin ja nopeammin, jolloin laskentaan käytettävä aika vähenee. Tämä on johtanut siihen, että tarjouslaskijat joutuvat yhä useammin laskemaan kohteita kiireen ja paineen alla, joka voi johtaa laskentavirheisiin. Tämän vuoksi käsinlaskennan tehokkuus on hieman laskenut. Käsinlaskenta on kuitenkin vielä tehokas tapa laskea kohteita, koska tällöin voidaan olla varmempia siitä, että on tarjottu juuri sitä, mitä suunnitelmissa on, sekä tarjous voidaan kuitenkin laatia määräaikaisten puitteissa. Tosin sähköisellä laskentatavalla voisimme laatia jopa viisi tarjousta enemmän samassa ajassa mitä käsinlaskemalla, jos tietomalli on hyvin laadittu, kuten tämän työn kohteessa.

Itse sähköinen laskenta voi olla siis tehokas, mutta myös tehoton. Tämä riippuu täysin siitä, kuinka suunnittelija on kohteen suunnitellut. Itse määrälaskentaan ei kulu paljoa aikaa, mutta asiakirjojen tarkasteluun ja määrälisat raportin läpikäymiseen kuitenkin kuluu. Aikaa saattaa myös kulua, jos tietomalli/suunnitelmat on laadittu huolettomasti, jolloin laskija joutuu laatimaan tietomalliin enemmän valintakoreja, jotta saa kerättyä materiaalilistat oikeilla materiaa-

leilla. Kaikki nämä aikaa ja luotettavuutta huonontavat asiat vähentävät tehokkuutta. Tämän kaltaisten kohteiden osalta tehokkaampi tapa olisi sähköinen määrälaskenta, koska tietomallissa ei virheitä suuremmin ollut sekä määrälisät vastasivat toisiaan hyvin.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

LVI-tarjouslaskennasta ei ole saatavilla paljoakaan tietoa kirjallisuuslähteistä, vaan tieto täytyi etsiä muista lähteistä. Onnekseni löysin kuitenkin sähköalan tarjouslaskentakirjan, jossa tarjouslaskentaprosessi on todella hyvin kuvattu yleisellä tasolla. Puolestaan sähköisien materiaaliluetteloiden laadinnasta löytyi artikkeleja ja tutkimuksia, joiden pohjalta tutkimusaiheeseen pääsi perehtymään huolellisesti. Samalla myös selvisi muiden urakoitsijoiden näkemys sähköisestä määrälaskennasta sekä siitä, miksi se ei ole vielä suuremmin käytössä.

Tutkimuksessa selvitettiin, pystytäänkö sähköistä määrälaskentaa käyttämään luotettavasti kohteiden tarjouslaskenta vaiheessa. Tutkimuksen kannalta tärkeimmäksi vaiheeksi korostui määrälisöjen luominen ja niiden luotettavuus. Tuloksia tutkittaessa huomataan, että käsinlaskennan sekä sähköisen määrälaskennan osalta listoissa ei ole merkittäviä eroja.

Jos asiaa tutkittaisiin materiaalihintojen osalta, näistä muodostuvat hintaerot ovat niin paljon kiinni yrityksen henkilökohtaisista hinnastoista, että sen osalta on hieman haastava arvioida tapojen kannattavuuksia. Kuitenkin materiaallisten erot olivat sen verran pieniä, että niistä ei muodostuisi tarjoukseen mahdottomia materiaalikulueroja.

Myöskään työhinnan osalta hintaerot eivät olleet merkittäviä, vaikka lisäisimme työhintamäärittelyyn mukaan sosiaalikulut ym., jolloin tuntihinnaksi saataisiin jotakin lähemmäksi 40–50 €/h. Vaikka tarjous laskettaisiin 50 €/h työhintana. Kaikki työhinnat yhteenlaskettuna, hintaeroksi muodostuisi vain noin 10 000 € enemmän käsinlaskettuna, joka ei ole merkittävä tämän kokoisessa urakassa. Emme myöskään pysty antamaan tarjousta suoraan mallista otetuista massoista, koska ne eivät sisällä asennusaikaisia ylijäämäpätkiä, jolloin suoraan mallista laadittu tarjous jäisi todennäköisesti aina liian pieneksi.

Materiaalilistojen osalta huomattiin myös, että kaikkia asioita ei voida mallista kerätä luotettavasti. Kalusteiden kohdalla näin kävi. Samalla todettiin, että vaikka mallista pystyisi keräämään joitakin materiaaleja, olisi ne silti hyvä vielä varmistaa käsinlaskemalla (kalusteet ja päätelaitteet). Koska tällöin saisimme myös paremman käsityksen kohteesta ja löytäisimme mahdollisesti mallin ja 2D-suunnitelmien välisiä ristiriitoja, jolloin sähköisestä määrälaskennasta saataisiin luotettavampaa. Samalla todettiin myös, että mallista on myös todella kätevää kerätä manuaalisesti muun muassa kanttikanavia sekä IV-koneiden liityntälaatikoiden kokoja. Mallista nähdään suoraan, kuinka suuria laatikot ovat sekä kuinka paljon kulmia ja supistuksia kanttiosissa on. Nämä vaikuttavat suoraan kanttikanavan/-osan hintaan.

Itse luotettavuuden kannalta määrälistojen luonnissa huomattiin muutamia pieniä suunnitteluvaiheessa tehtyjä sähköistä määrälaskentaa hankaloittavaa tekijää. Käsinlaskennassa kyseistä virhettä ei edes huomaisi ilman mallia. Ongelmaksi muodostui mallin, työselityksen ja 2D-suunnitelmien putkimerkinnot sekä työselityksen materiaalivaatimukset. Todettu ongelma on mallin putkien määrityksessä. Esimerkiksi putket ovat 2D-suunnitelmiin sekä työselitykseen kirjattu HST-viemärinä keittiön osalta, mutta mallissa keittiön viemäriputki oli suunniteltu tavallisena muoviviemärinä. Eikä sitä ollut myöskään määritetty omaksi järjestelmäksi, jolloin tällainen asia ei haittaisi, koska se voitaisiin kerätä mallista erikseen. Kohteen osalta tällä ei olisi ollut suurta merkitystä, koska tätä HST-viemäriä ei kohteeseen mennyt kuin noin 50 metriä. Tämän vuoksi mallin tiedon oikeellisuuden toteaminen korostui.

Ajankäytöllisesti voidaan todeta sähköisen määrälaskennan nopeuttavan huomattavasti tarjouslaskentaa. Sähköisellä tarjouslaskennalla pystyttäisiin nopeuttamaan laskentaa jopa kuudella päivällä, jona aikana tarjouslaskijat pystyisivät aloittamaan jo seuraavien kohteiden laskemisen. Laskenta-ajan nopeuttaminen siis säästää yrityksen resursseja.

Laskentamenetelmää valittaessa myös suureksi asiaksi nousi kohteen koko luokka. Pienistä ja keskikokoisista kohteista ei juurikaan ole malleja saatavilla tarjouslaskentavaiheessa, vaan ne tulee lähtökohtaisesti laskea käsin. Suurempien kohteiden, kuten koulujen, päiväkotien ja liikerakennuksien osalta

puolestaan mallit ovat käytössä. Tällöin suurimmaksi valintakriteeriksi muodostui mallin sisältämä tieto ja tiedon oikeellisuus (oikea putkimateriaali jne.).

Työn lopputulosten perusteella voitaisiin viedä tarkastelua pidemmälle ja tehdä jatkotutkimus, jossa tietomallinhyödyntäminen vietäisiin toteutusvaiheeseen. Jatkotutkimuksen laatiminen on mahdollista, koska työn pohjalta huomattiin määräerojen olevan tarpeeksi tarkkoja ja luotettavia. Tämän vuoksi jatkotutkimuksena, olisi toteutusvaiheen tavaratilauksien tilaaminen suoraan tietomallista/tietomallin materiaaliraportista, jonka jälkeen verrattaisiin tilattuja tavaroita oikeisiin menekkeihin. Tällöin voitaisiin varmistaa, että tarjous- ja toteutushinta olisivat mahdollisimman lähellä toisiaan. Sekä jos tietomallit kehittyvät siten, että käsitteet vakioituvat sekä niihin lisättäisiin esimerkiksi LVI-numerot olisi tarjoukset vielä tarkempia. Tämä myös vaatisi, että tietomallit luokiteltaisiin virallisiksi asiakirjoiksi.

Tutkimuksen lopputuloksista toimeksiantajayritys arvioi, voivatko he käyttää sähköistä määrälaskentaa luotettavasti, sekä mitä sähköisen määrälaskennan kannalta on tärkeää tiedostaa materiaalilistoja ja tarjousta luodessa.

LÄHTEET

1. Star Expert Oy. Yrityksen WWW-sivut. 2023. Saatavissa: <https://www.starexpert.fi/> [viitattu 17.1.2023].
2. Saastamoinen, S. & Autio, I. 2017. Sähköurakoitsijan tarjouslaskenta. 4. uudistettu painos. Tampere: Grano Oy.
3. Talotekniikan-alan työehtosopimus. 2022. LVI-TU ry, Rakennusliitto ry. PDF-dokumentti. Päivitetty 1.3.2022. Saatavissa: <https://rakennusliitto.fi/wp-content/uploads/2022/03/Talotekniikka-alan-tyoehtosopimus-1.3.2022n29.2.2024.pdf> [viitattu 19.1.2023].
4. Jävälä, P. & Lehtoviita, T. 2016. Tietomallintaminen talonrakennustyömaalla. Pieksämäki: Pieksänprint. E-kirja. Saatavissa: <https://ksamk.sharepoint.com/sites/Julkaisuintraan/Jaetut%20asiakirjat/Forms/Luokittain.aspx?id=%2Fsites%2FJulkaisuintraan%2FJaetut%20asiakirjat%2FGeneral%2F9789522671769%2Epdf&parent=%2Fsites%2FJulkaisuintraan%2FJaetut%20asiakirjat%2FGeneral&p=true&ga=1> [viitattu 20.1.2023].
5. Solibri Inc. Yrityksen WWW-sivut. 2023. Saatavissa: <https://www.solibri.com/fi/> [viitattu 23.1.2023].
6. Tauriainen, M. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 OSA 7 Määrälaskenta. 2012. BuildingSMART Finland. PDF dokumentti. Saatavissa: <https://drive.buil-dingsmart.fi/s/pkg2eP52F2QXr84> [viitattu 24.1.2023].
7. Talotekniset määräluettelot avuksi urakkalaskentaan. 2017. KIRA-digi. WWW-sivu. Saatavissa: <https://www.kiradigi.fi/kokeiluhankkeet/kokeiluhankkeet/talotekniset-maaraluettelot-avuksi-urakkalaskentaan.html> [viitattu 24.1.2023].
8. Garber, R. 2014. BIM Design Realising the creative potential of building information modelling. John Wiley & Sons Ltd. E-Kirja. Saatavissa: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/xamk-ebooks/reader.action?docID=1824308> [viitattu 5.4.2023].

KUALUETTELO

Kuva 1. Määrälaskennan toteutus ilmanvaihtokuvista	23
Kuva 2 Solibri järjestelmän asettaminen valintakoriin.....	25
Kuva 3 Solibrin valintanauha	26
Kuva 4 Informaation talteenotto työkalu	26
Kuva 5 Informaation talteenotto työkalun kuvauksien valinta	27
Kuva 6 Informaation talteenotto raportin luominen	27
Kuva 7 Informaation talteenotto raportin luonti välilehti	28
Kuva 8 Viemärihaarojen lajittelu Excel-raportissa	29
Kuva 9 110 HT viemäri normituntisumman laskenta kaava.....	32
Kuva 10 110 HT viemäri työhinnan määrittäminen	32
Kuva 11 Vesi- ja viemärijärjestelmien määrä- ja normituntikaavio.....	33
Kuva 12 viemärijärjestelmän määrät	35
Kuva 13 Viemärimateriaali 2D-kuvissa	36
Kuva 14 Viemärimateriaali tietomallissa	36
Kuva 15 Vesijärjestelmän määrät.....	37
Kuva 16 Kalusteiden määrät	38
Kuva 17 Lämmitysjärjestelmien määrät.....	39
Kuva 18 Kanavien määrät	40
Kuva 19 IV-käyrien määrät.....	40
Kuva 20 IV-osien määrät.....	41
Kuva 21 Päätelaitteiden määrät	41
Kuva 22 Viemärijärjestelmän normitunnit	42
Kuva 23 Vesijärjestelmän normitunnit	43
Kuva 24 Lämmitysjärjestelmien normitunnit	44
Kuva 25 Kanavien normitunnit.....	44
Kuva 26 IV-käyrien normitunnit	45
Kuva 27 IV-osien normitunnit	45
Kuva 28 Päätelaitteiden normitunnit.....	46
Taulukko 1 Keräyslomake Excel-taulukko	22
Taulukko 2 Sähköisen määrälaskennan Excel-raportti.....	28
Taulukko 3 Kanavahaarojen esitys materiaaliraportissa	29

Taulukko 4 TES:in kuparit- ja komposiittiputkien normituntitaulukko [3, s. 104.]	30
Taulukko 5 Viemäriputkien normitunti ja työhinta laskenta	31
Taulukko 6 Vertailutaulukon tyyli	33

Vesi ja Viemäri					
Kerros	Materiaali	Koko	Pituus/määrä	NH yht	Hinta
1 Kerros	HT Viemäri	32	14	3,5	61,46
1 Kerros	HT Viemäri	50	0	0	0
1 Kerros	HT Viemäri	75	119	29,75	522,41
1 Kerros	HT Viemäri	110	130	36,4	639,184
1 Kerros	HT Viemäri	160	57	17,1	300,276
1 Kerros	45°	32	8		
1 Kerros	45°	50	0		
1 Kerros	45°	75	167		
1 Kerros	45°	110	120		
1 Kerros	45°	160	12		
1 Kerros	T-haarat	75-75-45	12		
1 Kerros	T-haarat	110-75-45	35		
1 Kerros	T-haarat	110-110-45	16		
1 Kerros	T-haarat	160-75-45	6		
1 Kerros	T-haarat	160-110-45	14		
1 Kerros	T-haarat	160-160-45	1		
1 Kerros	Supistus	110-75	3		
1 Kerros	Supistus	160-75	6		
1 Kerros	Supistus	160-110	2		
1 Kerros	Puhdistusyhde	110	3		
1 Kerros	Puhdistusyhde	160	2		
2 Kerros	HT Viemäri	32	0	0	0
2 Kerros	HT Viemäri	75	113	28,25	496,07
2 Kerros	HT Viemäri	110	61	17,08	299,9248
2 Kerros	45°	32	0		
2 Kerros	45°	75	153		
2 Kerros	45°	110	70		
2 Kerros	T-haarat	75-75-45	18		
2 Kerros	T-haarat	110-75-45	27		
2 Kerros	T-haarat	110-110-45	10		
2 Kerros	Puhdistusyhde	110	10		
3 Kerros	HT Viemäri	32	30	7,5	131,7
3 Kerros	HT Viemäri	50	0	0	0
3 Kerros	HT Viemäri	75	19	4,75	83,41
3 Kerros	HT Viemäri	110	27	7,56	132,7536
3 Kerros	45°	32	72		
3 Kerros	45°	75	21		
3 Kerros	45°	110	7		
3 Kerros	T-haarat	75-75-45	1		
3 Kerros	T-haarat	110-75-45	3		
3 Kerros	Supistus	110-75	1		
3 Kerros	Puhdistusyhde	110	1		
4 Kerros	HT Viemäri	32	12	3	52,68
4 Kerros	HT Viemäri	110	91	25,48	447,4288
4 Kerros	45°	32	23		
4 Kerros	45°	110	48		
4 Kerros	T-haarat	32-32-45	1		
4 Kerros	T-haarat	110-110-45	6		

1 Kerros	Kuparit	10	0	0	0
1 Kerros	Kuparit	12	12	4,56	80,0736
1 Kerros	Kuparit	15	86	32,68	573,8608
1 Kerros	Kuparit	18	91	34,58	607,2248
1 Kerros	Kuparit	22	36	13,68	240,2208
1 Kerros	Kuparit	28	59	25,37	445,4972
1 Kerros	Kuparit	32	4	1,72	30,2032
1 Kerros	Kuparit	42	32	16	280,96
1 Kerros	Kuparit	54	20	10	175,6
1 Kerros	Kuparit Kromi	12	83	33,2	582,992
1 Kerros	Kuparit Kromi	15	45	18	316,08
1 Kerros	Kuparit Kromi	18	8	3,2	56,192
1 Kerros	PEX	15	8	2,4	42,144
2 Kerros	Kuparit	12	54	20,52	360,3312
2 Kerros	Kuparit	15	27	10,26	180,1656
2 Kerros	Kuparit	18	133	50,54	887,4824
2 Kerros	Kuparit	22	67	25,46	447,0776
2 Kerros	Kuparit	28	82	35,26	619,1656
2 Kerros	Kuparit	32	32	13,76	241,6256
2 Kerros	Kuparit	42	6	3	52,68
2 Kerros	Kuparit Kromi	12	0	0	0
2 Kerros	PEX	15	565	169,5	2976,42
3 Kerros	Kuparit	12	60	22,8	400,368
3 Kerros	Kuparit	15	48	18,24	320,2944
3 Kerros	Kuparit	18	132	50,16	880,8096
3 Kerros	Kuparit	22	30	11,4	200,184
3 Kerros	Kuparit	28	82	35,26	619,1656
3 Kerros	Kuparit	32	34	14,62	256,7272
3 Kerros	Kuparit Kromi	12	0	0	0
3 Kerros	PEX	15	534	160,2	2813,112

Kalusteet				
Kerros	Kaluste koodi	Määrä	NH yht	Hinta
Kaikki	WC1	33	33	579,48
Kaikki	WC2	1	1	17,56
Kaikki	PA1	6	9,6	168,576
Kaikki	PA2	12	7,2	126,432
Kaikki	PA3	12	7,2	126,432
Kaikki	PA4	24	38,4	674,304
Kaikki	PA5	1	1,6	28,096
Kaikki	PA6	26	15,6	273,936
Kaikki	PA7	1	0,6	10,536
Kaikki	PA8	4	2,4	42,144
Kaikki	PA9	1	1,6	28,096
Kaikki	PA10	1	0,6	10,536
Kaikki	PA11	1	1,6	28,096
Kaikki	PA12	2	3,2	56,192
Kaikki	PA13	2	3,2	56,192
Kaikki	PA14	2	1,2	21,072
Kaikki	PP1	2	1,2	21,072
Kaikki	PP2	2	1,2	21,072
Kaikki	PP3	1	0,6	10,536
Kaikki	LK1	0	0	0
Kaikki	LK2	9	2,25	39,51
Kaikki	LK3	6	3,6	63,216
Kaikki	LK4	2	1,2	21,072
Kaikki	LK5	1	0,6	10,536
Kaikki	LK6	2	1,2	21,072
Kaikki	LK7	1	0,6	10,536
Kaikki	LK8	2	1,2	21,072
Kaikki	LK9	2	1,2	21,072
Kaikki	TP1	6	3,6	63,216
Kaikki	TP2	2	1,2	21,072
Kaikki	TP3	2	1,2	21,072
Kaikki	TP4	4	2,4	42,144
Kaikki	TP5	1	0,6	10,536
Kaikki	TP6	2	3,2	56,192
Kaikki	KP1	4	2,4	42,144
Kaikki	SK1	1	0,7	12,292
Kaikki	SK2	1	0,7	12,292
Kaikki	SH1	6	5,4	94,824
Kaikki	SH2	2	2,6	45,656
Kaikki	PPP1	8	10,4	182,624
Kaikki	PK1	0	0	0

Lämmitys					
Kerros	Materiaali	Koko	Pituus/määrä	NH yht	Hinta
1 Kerros LL	Musta putki	20	12	6	105,36
1 Kerros LL	Musta putki	25	66	36,3	637,428
1 Kerros LL	Musta putki	32	66	36,3	637,428
1 Kerros LL	Musta putki	65	28	18,2	319,592
2 Kerros LL	Musta putki	20	14	7	122,92
2 Kerros LL	Musta putki	25	82	45,1	791,956
2 Kerros LL	Musta putki	32	80	44	772,64
2 Kerros LL	Musta putki	40	41	22,55	395,978
2 Kerros LL	Musta putki	50	32	19,2	337,152
2 Kerros LL	Musta putki	65	39	25,35	445,146
3 Kerros LL	Musta putki	20	2	1	17,56
3 Kerros LL	Musta putki	25	6	3,3	57,948
1 Kerros LIV	Musta putki	15	16	6,4	112,384
1 Kerros LIV	Musta putki	20	8	4	70,24
1 Kerros LIV	Musta putki	25	20	11	193,16
1 Kerros LIV	Musta putki	32	4	2,2	38,632
1 Kerros LIV	Musta putki	50	0	0	0
1 Kerros LIV	Musta putki	65	24	15,6	273,936
1 Kerros LIV	Musta putki	80	0	0	0
2 Kerros LIV	Musta putki	15	60	24	421,44
2 Kerros LIV	Musta putki	20	72	36	632,16
2 Kerros LIV	Musta putki	25	24	13,2	231,792
2 Kerros LIV	Musta putki	32	0	0	0
2 Kerros LIV	Musta putki	65	0	0	0
3 Kerros LIV	Musta putki	20	78	39	684,84
3 Kerros LIV	Musta putki	25	10	5,5	96,58
3 Kerros LIV	Musta putki	65	30	19,5	342,42
4 Kerros LIV	Musta putki	10	18	7,2	126,432
4 Kerros LIV	Musta putki	40	30	16,5	289,74
4 Kerros LIV	Musta putki	50	16	9,6	168,576
4 Kerros LIV	Musta putki	65	32	20,8	365,248

Ilmanvaihto					
Kerros	Materiaali	Koko	Pituus/määrä	NH yht	Hinta
1 Kerros	Kanavat	100	5	0,9	15,804
1 Kerros	Kanavat	125	29	5,22	91,6632
1 Kerros	Kanavat	160	44	9,24	162,2544
1 Kerros	Kanavat	200	26	5,46	95,8776
1 Kerros	Kanavat	250	92	23	403,88
1 Kerros	Kanavat	315	49	13,72	240,9232
1 Kerros	Kanavat	400	11	3,52	61,8112
1 Kerros	Kanavat	500	0	0	0
1 Kerros	45°	100	1	0,18	3,1608
1 Kerros	45°	125	10	1,8	31,608
1 Kerros	45°	160	19	5,7	100,092
1 Kerros	45°	200	3	0,9	15,804
1 Kerros	45°	250	14	4,9	86,044
1 Kerros	45°	315	20	8,8	154,528
1 Kerros	45°	400	4	2,12	37,2272
1 Kerros	90°	100	3	0,54	9,4824
1 Kerros	90°	125	13	2,34	41,0904
1 Kerros	90°	160	6	1,8	31,608
1 Kerros	90°	200	5	1,5	26,34
1 Kerros	90°	250	8	2,8	49,168
1 Kerros	90°	315	4	1,76	30,9056
1 Kerros	90°	400	2	1,06	18,6136
1 Kerros	Muunto yhde	200/125	1	0,3	5,268
1 Kerros	Muunto yhde	250/200	2	0,7	12,292
1 Kerros	Muunto yhde	315/160	1	0,44	7,7264
1 Kerros	Muunto yhde	315/250	3	1,32	23,1792
1 Kerros	Muunto yhde	400/315	2	1,06	18,6136
1 Kerros	T-haara	125/100	2	0,56	9,8336
1 Kerros	T-haara	125/125	1	0,28	4,9168
1 Kerros	T-haara	160/125	3	0,9	15,804
1 Kerros	T-haara	160/160	9	2,7	47,412
1 Kerros	T-haara	200/160	6	1,8	31,608
1 Kerros	T-haara	200/200	4	1,2	21,072
1 Kerros	T-haara	250/100	2	0,72	12,6432
1 Kerros	T-haara	250/125	5	1,8	31,608
1 Kerros	T-haara	250/160	14	5,04	88,5024
1 Kerros	T-haara	250/200	8	2,88	50,5728
1 Kerros	T-haara	250/250	3	1,08	18,9648
1 Kerros	T-haara	315/100	1	0,45	7,902
1 Kerros	T-haara	315/125	8	3,6	63,216
1 Kerros	T-haara	315/160	2	0,9	15,804
1 Kerros	T-haara	315/200	1	0,45	7,902
1 Kerros	T-haara	315/250	5	2,25	39,51
1 Kerros	T-haara	400/200	1	0,51	8,9556
1 Kerros	T-haara	400/315	2	1,02	17,9112

2 Kerros	Kanavat	100	18	3,24	56,8944
2 Kerros	Kanavat	125	44	7,92	139,0752
2 Kerros	Kanavat	160	40	8,4	147,504
2 Kerros	Kanavat	200	115	24,15	424,074
2 Kerros	Kanavat	250	124	31	544,36
2 Kerros	Kanavat	315	122	34,16	599,8496
2 Kerros	Kanavat	400	76	24,32	427,0592
2 Kerros	Kanavat	500	9	3,69	64,7964
2 Kerros	45°	100	1	0,18	3,1608
2 Kerros	45°	125	23	4,14	72,6984
2 Kerros	45°	160	19	5,7	100,092
2 Kerros	45°	200	38	11,4	200,184
2 Kerros	45°	250	38	13,3	233,548
2 Kerros	45°	315	20	8,8	154,528
2 Kerros	45°	400	16	8,48	148,9088
2 Kerros	90°	100	5	0,9	15,804
2 Kerros	90°	125	24	4,32	75,8592
2 Kerros	90°	160	7	2,1	36,876
2 Kerros	90°	200	12	3,6	63,216
2 Kerros	90°	250	4	1,4	24,584
2 Kerros	90°	315	7	3,08	54,0848
2 Kerros	90°	400	9	4,77	83,7612
2 Kerros	Muunto yhde	200/160	1	0,3	5,268
2 Kerros	Muunto yhde	250/200	6	2,1	36,876
2 Kerros	Muunto yhde	315/200	1	0,44	7,7264
2 Kerros	Muunto yhde	315/250	7	3,08	54,0848
2 Kerros	Muunto yhde	400/315	9	4,77	83,7612
2 Kerros	T-haara	125/125	7	1,96	34,4176
2 Kerros	T-haara	160/125	2	0,6	10,536
2 Kerros	T-haara	160/160	3	0,9	15,804
2 Kerros	T-haara	200/100	2	0,6	10,536
2 Kerros	T-haara	200/125	9	2,7	47,412
2 Kerros	T-haara	200/160	11	3,3	57,948
2 Kerros	T-haara	200/200	7	2,1	36,876
2 Kerros	T-haara	250/125	2	0,72	12,6432
2 Kerros	T-haara	250/160	7	2,52	44,2512
2 Kerros	T-haara	250/200	7	2,52	44,2512
2 Kerros	T-haara	250/250	17	6,12	107,4672
2 Kerros	T-haara	315/125	19	8,55	150,138
2 Kerros	T-haara	315/160	3	1,35	23,706
2 Kerros	T-haara	315/200	11	4,95	86,922
2 Kerros	T-haara	315/250	19	8,55	150,138
2 Kerros	T-haara	315/315	3	1,35	23,706
2 Kerros	T-haara	400/100	2	1,02	17,9112
2 Kerros	T-haara	400/125	1	0,51	8,9556
2 Kerros	T-haara	400/160	6	3,06	53,7336
2 Kerros	T-haara	400/200	7	3,57	62,6892
2 Kerros	T-haara	400/250	5	2,55	44,778
2 Kerros	T-haara	400/315	3	1,53	26,8668
2 Kerros	T-haara	400/400	6	3,06	53,7336

3 Kerros	Kanavat	100	20	3,6	63,216
3 Kerros	Kanavat	125	40	7,2	126,432
3 Kerros	Kanavat	160	112	23,52	413,0112
3 Kerros	Kanavat	200	150	31,5	553,14
3 Kerros	Kanavat	250	150	37,5	658,5
3 Kerros	Kanavat	315	129	36,12	634,2672
3 Kerros	Kanavat	400	118	37,76	663,0656
3 Kerros	Kanavat	500	6	2,46	43,1976
3 Kerros	45°	100	5	0,9	15,804
3 Kerros	45°	125	21	3,78	66,3768
3 Kerros	45°	160	24	7,2	126,432
3 Kerros	45°	200	43	12,9	226,524
3 Kerros	45°	250	39	13,65	239,694
3 Kerros	45°	315	21	9,24	162,2544
3 Kerros	45°	400	14	7,42	130,2952
3 Kerros	90°	100	6	1,08	18,9648
3 Kerros	90°	125	17	3,06	53,7336
3 Kerros	90°	160	13	3,9	68,484
3 Kerros	90°	200	16	4,8	84,288
3 Kerros	90°	250	9	3,15	55,314
3 Kerros	90°	315	8	3,52	61,8112
3 Kerros	90°	400	7	3,71	65,1476
3 Kerros	Muunto yhde	200/160	5	1,5	26,34
3 Kerros	Muunto yhde	250/160	1	0,35	6,146
3 Kerros	Muunto yhde	250/200	7	2,45	43,022
3 Kerros	Muunto yhde	315/160	1	0,44	7,7264
3 Kerros	Muunto yhde	315/250	7	3,08	54,0848
3 Kerros	Muunto yhde	400/160	2	1,06	18,6136
3 Kerros	Muunto yhde	400/315	5	2,65	46,534
3 Kerros	T-haara	125/125	4	1,12	19,6672
3 Kerros	T-haara	160/125	6	1,8	31,608
3 Kerros	T-haara	160/160	15	4,5	79,02
3 Kerros	T-haara	200/100	2	0,6	10,536
3 Kerros	T-haara	200/125	6	1,8	31,608
3 Kerros	T-haara	200/160	15	4,5	79,02
3 Kerros	T-haara	200/200	10	3	52,68
3 Kerros	T-haara	250/100	2	0,72	12,6432
3 Kerros	T-haara	250/125	2	0,72	12,6432
3 Kerros	T-haara	250/160	14	5,04	88,5024
3 Kerros	T-haara	250/200	11	3,96	69,5376
3 Kerros	T-haara	250/250	15	5,4	94,824
3 Kerros	T-haara	315/100	1	0,45	7,902
3 Kerros	T-haara	315/125	14	6,3	110,628
3 Kerros	T-haara	315/160	15	6,75	118,53
3 Kerros	T-haara	315/200	12	5,4	94,824
3 Kerros	T-haara	315/250	19	8,55	150,138
3 Kerros	T-haara	315/315	4	1,8	31,608
3 Kerros	T-haara	400/100	2	1,02	17,9112
3 Kerros	T-haara	400/160	6	3,06	53,7336
3 Kerros	T-haara	400/200	6	3,06	53,7336
3 Kerros	T-haara	400/250	6	3,06	53,7336
3 Kerros	T-haara	400/315	11	5,61	98,5116
3 Kerros	T-haara	400/400	4	2,04	35,8224

4 Kerros	Kanavat	125	0	0	0
4 Kerros	Kanavat	160	0	0	0
4 Kerros	Kanavat	200	0	0	0
4 Kerros	Kanavat	250	56	14	245,84
4 Kerros	Kanavat	315	27	7,56	132,7536
4 Kerros	Kanavat	400	243	77,76	1365,466
4 Kerros	Kanavat	500	43	17,63	309,5828
4 Kerros	Kanavat	630	52	28,08	493,0848
4 Kerros	45°	200	7	2,1	36,876
4 Kerros	45°	250	3	1,05	18,438
4 Kerros	45°	315	4	1,76	30,9056
4 Kerros	45°	400	30	15,9	279,204
4 Kerros	45°	500	4	2,68	47,0608
4 Kerros	45°	630	4	3,2	56,192
4 Kerros	90°	200	16	4,8	84,288
4 Kerros	90°	250	4	1,4	24,584
4 Kerros	90°	315	8	3,52	61,8112
4 Kerros	90°	400	96	50,88	893,4528
4 Kerros	90°	500	11	7,37	129,4172
4 Kerros	90°	630	8	6,4	112,384
4 Kerros	T-haara	400/250	4	2,04	35,8224
4 Kerros	T-haara	400/315	2	1,02	17,9112
4 Kerros	T-haara	500/400	8	5,04	88,5024
4 Kerros	T-haara	630/200	4	3,2	56,192
4 Kerros	T-haara	630/315	2	1,6	28,096
4 Kerros	T-haara	630/400	10	8	140,48
4 Kerros	Tasolähtö	400	6	3,06	53,7336
4 Kerros	Tasolähtö	500	4	2,52	44,2512
4 Kerros	Tasolähtö	630	4	3,2	56,192

Päätelaitteet					
Kerros	Kaluste koodi	Koko	Määrä	NH yht	Hinta
1 Kerros	T1	160	7	10,5	184,38
1 Kerros	T5	125	3	4,2	73,752
1 Kerros	T6	250	2	1,86	32,6616
1 Kerros	T9	200	5	8	140,48
1 Kerros	T14	200	2	3,2	56,192
1 Kerros	T15	100	2	0,6	10,536
1 Kerros	T15	125	2	0,6	10,536
1 Kerros	T17	125	1	1,4	24,584
1 Kerros	P1	100	3	0,9	15,804
1 Kerros	P1	125	10	3	52,68
1 Kerros	P1	160	28	8,96	157,3376
1 Kerros	P1	200	5	1,7	29,852
1 Kerros	SP	250	2	0,7	12,292
1 Kerros	ÄV	125	1	0,37	6,4972
1 Kerros	ÄV	160	1	0,4	7,024
1 Kerros	ÄV	250	4	1,92	33,7152
2 Kerros	T1	160	18	27	474,12
2 Kerros	T2	250	12	19,2	337,152
2 Kerros	T3	200	6	9,6	168,576
2 Kerros	T4	200	4	6,4	112,384
2 Kerros	T5	100	2	2,8	49,168
2 Kerros	T7	125	8	12	210,72
2 Kerros	T15	100	3	0,9	15,804
2 Kerros	P1	100	5	1,5	26,34
2 Kerros	P1	125	20	6	105,36
2 Kerros	P1	160	11	3,52	61,8112
2 Kerros	P1	200	9	3,06	53,7336
2 Kerros	P3	200	4	6,4	112,384
2 Kerros	P6	250	18	28,8	505,728
2 Kerros	SP	100	2	0,36	6,3216
2 Kerros	SP	125	1	0,18	3,1608
2 Kerros	SP	250	10	3,5	61,46
2 Kerros	SP	315	4	1,76	30,9056
2 Kerros	ÄV	200	6	2,4	42,144
2 Kerros	ÄV	250	6	2,88	50,5728
2 Kerros	ÄV	315	9	5,4	94,824
2 Kerros	ÄV	400	8	5,44	95,5264
3 Kerros	T1	160	25	37,5	658,5
3 Kerros	T2	250	12	19,2	337,152
3 Kerros	T3	200	6	9,6	168,576
3 Kerros	T4	160	10	15	263,4
3 Kerros	T4	200	3	4,8	84,288
3 Kerros	T5	100	2	2,8	49,168
3 Kerros	T7	125	8	12	210,72
3 Kerros	T15	100	3	0,9	15,804
3 Kerros	P1	100	4	1,2	21,072
3 Kerros	P1	125	23	6,9	121,164
3 Kerros	P1	160	28	8,96	157,3376
3 Kerros	P1	200	12	4,08	71,6448
3 Kerros	P3	200	4	6,4	112,384
3 Kerros	P6	250	18	28,8	505,728
3 Kerros	VS-x	160	1	0,3	5,268
3 Kerros	SP	100	0	0	0
3 Kerros	SP	160	0	0	0
3 Kerros	SP	200	2	0,6	10,536
3 Kerros	SP	250	6	2,1	36,876
3 Kerros	SP	315	2	0,88	15,4528
3 Kerros	ÄV	160	4	1,6	28,096
3 Kerros	ÄV	200	6	2,4	42,144
3 Kerros	ÄV	250	6	2,88	50,5728
3 Kerros	ÄV	315	8	4,8	84,288
3 Kerros	ÄV	400	8	5,44	95,5264
TK04/Alalpoija	T18	125	8	2,8	49,168
TK04/Alalpoija	P1	160	5	1,6	28,096
TK04/Alalpoija	SP	160	2	0,6	10,536

Vesi ja Viemäri					
Kerros	Materiaali	Koko	Pituus/määrä	NH yht	Hinta
1 Kerros	HT Viemäri	32	20,97	5,2425	92,0583
1 Kerros	HT Viemäri	50	4,91	1,2275	21,5549
1 Kerros	HT Viemäri	75	135,52	33,88	594,9328
1 Kerros	HT Viemäri	110	142,1	39,788	698,6773
1 Kerros	HT Viemäri	160	49,78	14,934	262,241
1 Kerros	45°	32	35		
1 Kerros	45°	50	22		
1 Kerros	45°	75	151		
1 Kerros	45°	110	104		
1 Kerros	45°	160	10		
1 Kerros	T-haarat	75-75-45			
1 Kerros	T-haarat	110-75-45			
1 Kerros	T-haarat	110-110-45	108		
1 Kerros	T-haarat	160-75-45			
1 Kerros	T-haarat	160-110-45			
1 Kerros	T-haarat	160-160-45			
1 Kerros	Supistus	110-75	4		
1 Kerros	Supistus	160-75	0		
1 Kerros	Supistus	160-110	3		
1 Kerros	Puhdistusyhde	110			
1 Kerros	Puhdistusyhde	160			
2 Kerros	HT Viemäri	32	20,02	5,005	87,8878
2 Kerros	HT Viemäri	75	118,8	29,7	521,532
2 Kerros	HT Viemäri	110	85,04	23,8112	418,1247
2 Kerros	45°	32	105		
2 Kerros	45°	75	171		
2 Kerros	45°	110	76		
2 Kerros	T-haarat	75-75-45			
2 Kerros	T-haarat	110-75-45			
2 Kerros	T-haarat	110-110-45	66		
2 Kerros	Puhdistusyhde	110			
3 Kerros	HT Viemäri	32	17,57	4,3925	77,1323
3 Kerros	HT Viemäri	50	1,1	0,275	4,829
3 Kerros	HT Viemäri	75	26,39	6,5975	115,8521
3 Kerros	HT Viemäri	110	57,57	16,1196	283,0602
3 Kerros	45°	32	97		
3 Kerros	45°	75	19		
3 Kerros	45°	110	10		
3 Kerros	T-haarat	75-75-45			
3 Kerros	T-haarat	110-75-45	13		
3 Kerros	Supistus	110-75	1		
3 Kerros	Puhdistusyhde	110			
4 Kerros	HT Viemäri	32	9,8	2,45	43,022
4 Kerros	HT Viemäri	110	81,25	22,75	399,49
4 Kerros	45°	32	22		
4 Kerros	45°	110	42		
4 Kerros	T-haarat	32-32-45			
4 Kerros	T-haarat	110-110-45	3		

1 Kerros	Kuparit	10	5,23	1,9874	34,89874
1 Kerros	Kuparit	12	15,6	5,928	104,0957
1 Kerros	Kuparit	15	40,79	15,5002	272,1835
1 Kerros	Kuparit	18	65,53	24,9014	437,2686
1 Kerros	Kuparit	22	31,63	12,0194	211,0607
1 Kerros	Kuparit	28	49,16	21,1388	371,1973
1 Kerros	Kuparit	32	0	0	0
1 Kerros	Kuparit	42	58,01	29,005	509,3278
1 Kerros	Kuparit	54	6,78	3,39	59,5284
1 Kerros	Kuparit Kromi	12	117,13	46,852	822,7211
1 Kerros	Kuparit Kromi	15	19,93	7,972	139,9883
1 Kerros	Kuparit Kromi	18	13,24	5,296	92,99776
1 Kerros	PEX	15	0	0	0
2 Kerros	Kuparit	12	43,85	16,663	292,6023
2 Kerros	Kuparit	15	34,15	12,977	227,8761
2 Kerros	Kuparit	18	110,8	42,104	739,3462
2 Kerros	Kuparit	22	48,43	18,4034	323,1637
2 Kerros	Kuparit	28	70,42	30,2806	531,7273
2 Kerros	Kuparit	32	30,03	12,9129	226,7505
2 Kerros	Kuparit	42	6,86	3,43	60,2308
2 Kerros	Kuparit Kromi	12	45,09	18,036	316,7122
2 Kerros	PEX	15	498,39	149,517	2625,519
3 Kerros	Kuparit	12	56,25	21,375	375,345
3 Kerros	Kuparit	15	46,13	17,5294	307,8163
3 Kerros	Kuparit	18	113,69	43,2022	758,6306
3 Kerros	Kuparit	22	32,97	12,5286	220,0022
3 Kerros	Kuparit	28	68,65	29,5195	518,3624
3 Kerros	Kuparit	32	30,97	13,3171	233,8483
3 Kerros	Kuparit Kromi	12	25,74	10,296	180,7978
3 Kerros	PEX	15	455,99	136,797	2402,155

Kalusteet				
Kerros	Kaluste koodi	Määrä	NH yht	Hinta
Kaikki	WC1	34	34	597,04
Kaikki	WC2	0	0	0
Kaikki	PA1	44	70,4	1236,224
Kaikki	PA2	11	6,6	115,896
Kaikki	PA3	0	0	0
Kaikki	PA4	0	0	0
Kaikki	PA5	0	0	0
Kaikki	PA6	0	0	0
Kaikki	PA7	0	0	0
Kaikki	PA8	0	0	0
Kaikki	PA9	0	0	0
Kaikki	PA10	0	0	0
Kaikki	PA11	0	0	0
Kaikki	PA12	0	0	0
Kaikki	PA13	0	0	0
Kaikki	PA14	0	0	0
Kaikki	PP1	39	23,4	410,904
Kaikki	PP2	1	0,6	10,536
Kaikki	PP3	4	2,4	42,144
Kaikki	LK1	1	0,25	4,39
Kaikki	LK2	74	18,5	324,86
Kaikki	LK3	0	0	0
Kaikki	LK4	0	0	0
Kaikki	LK5	0	0	0
Kaikki	LK6	0	0	0
Kaikki	LK7	0	0	0
Kaikki	LK8	0	0	0
Kaikki	LK9	0	0	0
Kaikki	TP1	1	0,6	10,536
Kaikki	TP2	6	3,6	63,216
Kaikki	TP3	0	0	0
Kaikki	TP4	0	0	0
Kaikki	TP5	0	0	0
Kaikki	TP6	0	0	0
Kaikki	KP1	4	2,4	42,144
Kaikki	SK1	1	0,7	12,292
Kaikki	SK2	0	0	0
Kaikki	SH1	6	5,4	94,824
Kaikki	SH2	2	2,6	45,656
Kaikki	PPP1	8	10,4	182,624
Kaikki	PK1	9	1,8	31,608

Lämmitys					
Kerros	Materiaali	Koko	Pituus/määrä	NH yht	Hinta
1 Kerros LL	Musta putki	20	9,43	4,715	82,7954
1 Kerros LL	Musta putki	25	55,74	30,657	538,3369
1 Kerros LL	Musta putki	32	62,09	34,1495	599,6652
1 Kerros LL	Musta putki	65	27,74	18,031	316,6244
2 Kerros LL	Musta putki	20	15,49	7,745	136,0022
2 Kerros LL	Musta putki	25	71,61	39,3855	691,6094
2 Kerros LL	Musta putki	32	72,94	40,117	704,4545
2 Kerros LL	Musta putki	40	35,54	19,547	343,2453
2 Kerros LL	Musta putki	50	30,63	18,378	322,7177
2 Kerros LL	Musta putki	65	29,89	19,4285	341,1645
3 Kerros LL	Musta putki	20	2,52	1,26	22,1256
3 Kerros LL	Musta putki	25	9,94	5,467	96,00052
1 Kerros LIV	Musta putki	15	2,02	0,808	14,18848
1 Kerros LIV	Musta putki	20	44,81	22,405	393,4318
1 Kerros LIV	Musta putki	25	18,11	9,9605	174,9064
1 Kerros LIV	Musta putki	32	0	0	0
1 Kerros LIV	Musta putki	50	2,62	1,572	27,60432
1 Kerros LIV	Musta putki	65	29,57	19,2205	337,512
1 Kerros LIV	Musta putki	80	6,81	5,448	95,66688
2 Kerros LIV	Musta putki	15	0	0	0
2 Kerros LIV	Musta putki	20	73,71	36,855	647,1738
2 Kerros LIV	Musta putki	25	22,42	12,331	216,5324
2 Kerros LIV	Musta putki	32	1,66	0,913	16,03228
2 Kerros LIV	Musta putki	65	7,88	5,122	89,94232
3 Kerros LIV	Musta putki	20	71	35,5	623,38
3 Kerros LIV	Musta putki	25	8,27	4,5485	79,87166
3 Kerros LIV	Musta putki	65	27,51	17,8815	313,9991
4 Kerros LIV	Musta putki	10	9,83	3,932	69,04592
4 Kerros LIV	Musta putki	40	18,32	10,076	176,9346
4 Kerros LIV	Musta putki	50	8,2	4,92	86,3952
4 Kerros LIV	Musta putki	65	28,67	18,6355	327,2394

Ilmanvaihto					
Kerros	Materiaali	Koko	Pituus/määrä	NH yht	Hinta
1 Kerros	Kanavat	100	3,95	0,711	12,48516
1 Kerros	Kanavat	125	22,92	4,1256	72,44554
1 Kerros	Kanavat	160	39,47	8,2887	145,5496
1 Kerros	Kanavat	200	30,57	6,4197	112,7299
1 Kerros	Kanavat	250	116,58	29,145	511,7862
1 Kerros	Kanavat	315	45,35	12,698	222,9769
1 Kerros	Kanavat	400	11,01	3,5232	61,86739
1 Kerros	Kanavat	500	4,23	1,7343	30,45431
1 Kerros	45°	100	1	0,18	3,1608
1 Kerros	45°	125	6	1,08	18,9648
1 Kerros	45°	160	18	5,4	94,824
1 Kerros	45°	200	8	2,4	42,144
1 Kerros	45°	250	26	9,1	159,796
1 Kerros	45°	315	22	9,68	169,9808
1 Kerros	45°	400	4	2,12	37,2272
1 Kerros	90°	100	3	0,54	9,4824
1 Kerros	90°	125	16	2,88	50,5728
1 Kerros	90°	160	21	6,3	110,628
1 Kerros	90°	200	5	1,5	26,34
1 Kerros	90°	250	35	12,25	215,11
1 Kerros	90°	315	3	1,32	23,1792
1 Kerros	90°	400	3	1,59	27,9204
1 Kerros	Muunto yhde	200/125	1	0,3	5,268
1 Kerros	Muunto yhde	250/200	3	1,05	18,438
1 Kerros	Muunto yhde	315/160	1	0,44	7,7264
1 Kerros	Muunto yhde	315/250	4	1,76	30,9056
1 Kerros	Muunto yhde	400/315	3	1,59	27,9204
1 Kerros	T-haara	125/100	2	0,56	9,8336
1 Kerros	T-haara	125/125	1	0,28	4,9168
1 Kerros	T-haara	160/125	3	0,9	15,804
1 Kerros	T-haara	160/160	13	3,9	68,484
1 Kerros	T-haara	200/160	7	2,1	36,876
1 Kerros	T-haara	200/200	6	1,8	31,608
1 Kerros	T-haara	250/100	2	0,72	12,6432
1 Kerros	T-haara	250/125	5	1,8	31,608
1 Kerros	T-haara	250/160	20	7,2	126,432
1 Kerros	T-haara	250/200	13	4,68	82,1808
1 Kerros	T-haara	250/250	3	1,08	18,9648
1 Kerros	T-haara	315/100	1	0,45	7,902
1 Kerros	T-haara	315/125	8	3,6	63,216
1 Kerros	T-haara	315/160	2	0,9	15,804
1 Kerros	T-haara	315/200	2	0,9	15,804
1 Kerros	T-haara	315/250	7	3,15	55,314
1 Kerros	T-haara	400/200	7	3,57	62,6892
1 Kerros	T-haara	400/315	1	0,51	8,9556

2 Kerros	Kanavat	100	16,75	3,015	52,9434
2 Kerros	Kanavat	125	36,96	6,6528	116,8232
2 Kerros	Kanavat	160	30,7	6,447	113,2093
2 Kerros	Kanavat	200	82,92	17,4132	305,7758
2 Kerros	Kanavat	250	76,64	19,16	336,4496
2 Kerros	Kanavat	315	81,44	22,8032	400,4242
2 Kerros	Kanavat	400	57,57	18,4224	323,4973
2 Kerros	Kanavat	500	8	3,28	57,5968
2 Kerros	45°	100	6	1,08	18,9648
2 Kerros	45°	125	1	0,18	3,1608
2 Kerros	45°	160	21	6,3	110,628
2 Kerros	45°	200	19	5,7	100,092
2 Kerros	45°	250	31	10,85	190,526
2 Kerros	45°	315	16	7,04	123,6224
2 Kerros	45°	400	14	7,42	130,2952
2 Kerros	90°	100	7	1,26	22,1256
2 Kerros	90°	125	36	6,48	113,7888
2 Kerros	90°	160	11	3,3	57,948
2 Kerros	90°	200	31	9,3	163,308
2 Kerros	90°	250	12	4,2	73,752
2 Kerros	90°	315	7	3,08	54,0848
2 Kerros	90°	400	9	4,77	83,7612
2 Kerros	Muunto yhde	200/160	1	0,3	5,268
2 Kerros	Muunto yhde	250/200	6	2,1	36,876
2 Kerros	Muunto yhde	315/200	1	0,44	7,7264
2 Kerros	Muunto yhde	315/250	7	3,08	54,0848
2 Kerros	Muunto yhde	400/315	5	2,65	46,534
2 Kerros	T-haara	125/125	9	2,52	44,2512
2 Kerros	T-haara	160/125	2	0,6	10,536
2 Kerros	T-haara	160/160	4	1,2	21,072
2 Kerros	T-haara	200/100	3	0,9	15,804
2 Kerros	T-haara	200/125	6	1,8	31,608
2 Kerros	T-haara	200/160	11	3,3	57,948
2 Kerros	T-haara	200/200	7	2,1	36,876
2 Kerros	T-haara	250/125	2	0,72	12,6432
2 Kerros	T-haara	250/160	7	2,52	44,2512
2 Kerros	T-haara	250/200	8	2,88	50,5728
2 Kerros	T-haara	250/250	13	4,68	82,1808
2 Kerros	T-haara	315/125	11	4,95	86,922
2 Kerros	T-haara	315/160	3	1,35	23,706
2 Kerros	T-haara	315/200	10	4,5	79,02
2 Kerros	T-haara	315/250	18	8,1	142,236
2 Kerros	T-haara	315/315	4	1,8	31,608
2 Kerros	T-haara	400/100	0	0	0
2 Kerros	T-haara	400/125	0	0	0
2 Kerros	T-haara	400/160	5	2,55	44,778
2 Kerros	T-haara	400/200	6	3,06	53,7336
2 Kerros	T-haara	400/250	5	2,55	44,778
2 Kerros	T-haara	400/315	6	3,06	53,7336
2 Kerros	T-haara	400/400	0	0	0

3 Kerros	Kanavat	100	17,32	3,1176	54,74506
3 Kerros	Kanavat	125	30,75	5,535	97,1946
3 Kerros	Kanavat	160	97,48	20,4708	359,4672
3 Kerros	Kanavat	200	104,92	22,0332	386,903
3 Kerros	Kanavat	250	97,01	24,2525	425,8739
3 Kerros	Kanavat	315	78,92	22,0976	388,0339
3 Kerros	Kanavat	400	112,9	36,128	634,4077
3 Kerros	Kanavat	500	8	3,28	57,5968
3 Kerros	45°	100	4	0,72	12,6432
3 Kerros	45°	125	1	0,18	3,1608
3 Kerros	45°	160	28	8,4	147,504
3 Kerros	45°	200	22	6,6	115,896
3 Kerros	45°	250	36	12,6	221,256
3 Kerros	45°	315	18	7,92	139,0752
3 Kerros	45°	400	13	6,89	120,9884
3 Kerros	90°	100	10	1,8	31,608
3 Kerros	90°	125	32	5,76	101,1456
3 Kerros	90°	160	27	8,1	142,236
3 Kerros	90°	200	34	10,2	179,112
3 Kerros	90°	250	16	5,6	98,336
3 Kerros	90°	315	11	4,84	84,9904
3 Kerros	90°	400	10	5,3	93,068
3 Kerros	Muunto yhde	200/160	6	1,8	31,608
3 Kerros	Muunto yhde	250/160	0	0	0
3 Kerros	Muunto yhde	250/200	8	2,8	49,168
3 Kerros	Muunto yhde	315/160	0	0	0
3 Kerros	Muunto yhde	315/250	8	3,52	61,8112
3 Kerros	Muunto yhde	400/160	2	1,06	18,6136
3 Kerros	Muunto yhde	400/315	5	2,65	46,534
3 Kerros	T-haara	125/125	5	1,4	24,584
3 Kerros	T-haara	160/125	6	1,8	31,608
3 Kerros	T-haara	160/160	13	3,9	68,484
3 Kerros	T-haara	200/100	3	0,9	15,804
3 Kerros	T-haara	200/125	3	0,9	15,804
3 Kerros	T-haara	200/160	19	5,7	100,092
3 Kerros	T-haara	200/200	8	2,4	42,144
3 Kerros	T-haara	250/100	1	0,36	6,3216
3 Kerros	T-haara	250/125	2	0,72	12,6432
3 Kerros	T-haara	250/160	11	3,96	69,5376
3 Kerros	T-haara	250/200	10	3,6	63,216
3 Kerros	T-haara	250/250	13	4,68	82,1808
3 Kerros	T-haara	315/100	1	0,45	7,902
3 Kerros	T-haara	315/125	8	3,6	63,216
3 Kerros	T-haara	315/160	15	6,75	118,53
3 Kerros	T-haara	315/200	11	4,95	86,922
3 Kerros	T-haara	315/250	18	8,1	142,236
3 Kerros	T-haara	315/315	4	1,8	31,608
3 Kerros	T-haara	400/100	1	0,51	8,9556
3 Kerros	T-haara	400/160	6	3,06	53,7336
3 Kerros	T-haara	400/200	6	3,06	53,7336
3 Kerros	T-haara	400/250	5	2,55	44,778
3 Kerros	T-haara	400/315	10	5,1	89,556
3 Kerros	T-haara	400/400	2	1,02	17,9112

4 Kerros	Kanavat	125	5,9	1,062	18,64872
4 Kerros	Kanavat	160	3,1	0,651	11,43156
4 Kerros	Kanavat	200	30,4	6,384	112,103
4 Kerros	Kanavat	250	15,62	3,905	68,5718
4 Kerros	Kanavat	315	18,66	5,2248	91,74749
4 Kerros	Kanavat	400	161,52	51,6864	907,6132
4 Kerros	Kanavat	500	42,22	17,3102	303,9671
4 Kerros	Kanavat	630	33,15	17,901	314,3416
4 Kerros	45°	200	7	2,1	36,876
4 Kerros	45°	250	2	0,7	12,292
4 Kerros	45°	315	4	1,76	30,9056
4 Kerros	45°	400	29	15,37	269,8972
4 Kerros	45°	500	5	3,35	58,826
4 Kerros	45°	630	2	1,6	28,096
4 Kerros	90°	200	16	4,8	84,288
4 Kerros	90°	250	7	2,45	43,022
4 Kerros	90°	315	8	3,52	61,8112
4 Kerros	90°	400	107	56,71	995,8276
4 Kerros	90°	500	17	11,39	200,0084
4 Kerros	90°	630	10	8	140,48
4 Kerros	T-haara	400/250	4	2,04	35,8224
4 Kerros	T-haara	400/315	2	1,02	17,9112
4 Kerros	T-haara	500/400	8	5,04	88,5024
4 Kerros	T-haara	630/200	4	3,2	56,192
4 Kerros	T-haara	630/315	2	1,6	28,096
4 Kerros	T-haara	630/400	4	3,2	56,192
4 Kerros	Tasolähtö	400	0	0	0
4 Kerros	Tasolähtö	500	0	0	0
4 Kerros	Tasolähtö	630	0	0	0

Päätelaitteet					
Kerros	Kaluste koodi	Koko	Määrä	NH yht	Hinta
1 Kerros	T1	160	7	10,5	184,38
1 Kerros	T5	125	4	5,6	98,336
1 Kerros	T6	250	2	1,86	32,6616
1 Kerros	T9	200	5	8	140,48
1 Kerros	T14	200	2	3,2	56,192
1 Kerros	T15	100	1	0,3	5,268
1 Kerros	T15	125	1	0,3	5,268
1 Kerros	T17	125	1	1,4	24,584
1 Kerros	P1	100	3	0,9	15,804
1 Kerros	P1	125	12	3,6	63,216
1 Kerros	P1	160	28	8,96	157,3376
1 Kerros	P1	200	5	1,7	29,852
1 Kerros	SP	250	3	1,05	18,438
1 Kerros	ÄV	125	1	0,37	6,4972
1 Kerros	ÄV	160	0	0	0
1 Kerros	ÄV	250	4	1,92	33,7152
2 Kerros	T1	160	18	27	474,12
2 Kerros	T2	250	12	19,2	337,152
2 Kerros	T3	200	6	9,6	168,576
2 Kerros	T4	200	1	1,6	28,096
2 Kerros	T5	100	2	2,8	49,168
2 Kerros	T7	125	8	12	210,72
2 Kerros	T15	100	3	0,9	15,804
2 Kerros	P1	100	5	1,5	26,34
2 Kerros	P1	125	20	6	105,36
2 Kerros	P1	160	17	5,44	95,5264
2 Kerros	P1	200	6	2,04	35,8224
2 Kerros	P3	200	4	6,4	112,384
2 Kerros	P6	250	18	28,8	505,728
2 Kerros	SP	100	2	0,36	6,3216
2 Kerros	SP	125	1	0,18	3,1608
2 Kerros	SP	250	10	3,5	61,46
2 Kerros	SP	315	4	1,76	30,9056
2 Kerros	ÄV	200	6	2,4	42,144
2 Kerros	ÄV	250	6	2,88	50,5728
2 Kerros	ÄV	315	9	5,4	94,824
2 Kerros	ÄV	400	8	5,44	95,5264
3 Kerros	T1	160	24	36	632,16
3 Kerros	T2	250	12	19,2	337,152
3 Kerros	T3	200	6	9,6	168,576
3 Kerros	T4	160	0	0	0
3 Kerros	T4	200	3	4,8	84,288
3 Kerros	T5	100	2	2,8	49,168
3 Kerros	T7	125	8	12	210,72
3 Kerros	T15	100	3	0,9	15,804
3 Kerros	P1	100	4	1,2	21,072
3 Kerros	P1	125	22	6,6	115,896
3 Kerros	P1	160	31	9,92	174,1952
3 Kerros	P1	200	6	2,04	35,8224
3 Kerros	P3	200	4	6,4	112,384
3 Kerros	P6	250	18	28,8	505,728
3 Kerros	VS-x	160	0	0	0
3 Kerros	SP	100	2	0,36	6,3216
3 Kerros	SP	160	4	1,2	21,072
3 Kerros	SP	200	2	0,6	10,536
3 Kerros	SP	250	10	3,5	61,46
3 Kerros	SP	315	2	0,88	15,4528
3 Kerros	ÄV	160	4	1,6	28,096
3 Kerros	ÄV	200	6	2,4	42,144
3 Kerros	ÄV	250	6	2,88	50,5728
3 Kerros	ÄV	315	9	5,4	94,824
3 Kerros	ÄV	400	8	5,44	95,5264
TK04/Alalpoija	T18	125	8	2,8	49,168
TK04/Alalpoija	P1	160	5	1,6	28,096
TK04/Alalpoija	SP	160	1	0,3	5,268

Vesi ja Viemäri		Kuinka paljon mallissa on vähemmän/enemmän			
		Jos mallissa on vähemmän ero on - merkkistä			
Kerros	Materiaali	Koko	Pituus/määrä Ero	NH Ero	Hinta Ero
1 Kerros	HT Viemäri	32	6,97	1,7425	30,5983
1 Kerros	HT Viemäri	50	4,91	1,2275	21,5549
1 Kerros	HT Viemäri	75	16,52	4,13	72,5228
1 Kerros	HT Viemäri	110	12,1	3,388	59,49328
1 Kerros	HT Viemäri	160	-7,22	-2,166	-38,035
1 Kerros	45°	32	27	0	0
1 Kerros	45°	50	22	0	0
1 Kerros	45°	75	-16	0	0
1 Kerros	45°	110	-16	0	0
1 Kerros	45°	160	-2	0	0
1 Kerros	T-haarat	75-75-45	-12	0	0
1 Kerros	T-haarat	110-75-45	-35	0	0
1 Kerros	T-haarat	110-110-45	92	0	0
1 Kerros	T-haarat	160-75-45	-6	0	0
1 Kerros	T-haarat	160-110-45	-14	0	0
1 Kerros	T-haarat	160-160-45	-1	0	0
1 Kerros	Supistus	110-75	1	0	0
1 Kerros	Supistus	160-75	-6	0	0
1 Kerros	Supistus	160-110	1	0	0
1 Kerros	Puhdistusyhde	110	-3	0	0
1 Kerros	Puhdistusyhde	160	-2	0	0
2 Kerros	HT Viemäri	32	20,02	5,005	87,8878
2 Kerros	HT Viemäri	75	5,8	1,45	25,462
2 Kerros	HT Viemäri	110	24,04	6,7312	118,1999
2 Kerros	45°	32	105	0	0
2 Kerros	45°	75	18	0	0
2 Kerros	45°	110	6	0	0
2 Kerros	T-haarat	75-75-45	-18	0	0
2 Kerros	T-haarat	110-75-45	-27	0	0
2 Kerros	T-haarat	110-110-45	56	0	0
2 Kerros	Puhdistusyhde	110	-10	0	0
3 Kerros	HT Viemäri	32	-12,43	-3,1075	-54,5677
3 Kerros	HT Viemäri	50	1,1	0,275	4,829
3 Kerros	HT Viemäri	75	7,39	1,8475	32,4421
3 Kerros	HT Viemäri	110	30,57	8,5596	150,3066
3 Kerros	45°	32	25	0	0
3 Kerros	45°	75	-2	0	0
3 Kerros	45°	110	3	0	0
3 Kerros	T-haarat	75-75-45	-1	0	0
3 Kerros	T-haarat	110-75-45	10	0	0
3 Kerros	Supistus	110-75	0	0	0
3 Kerros	Puhdistusyhde	110	-1	0	0
4 Kerros	HT Viemäri	32	-2,2	-0,55	-9,658
4 Kerros	HT Viemäri	110	-9,75	-2,73	-47,9388
4 Kerros	45°	32	-1	0	0
4 Kerros	45°	110	-6	0	0
4 Kerros	T-haarat	32-32-45	-1	0	0
4 Kerros	T-haarat	110-110-45	-3	0	0

1 Kerros	Kuparit	11	5,23	1,9874	34,89874
1 Kerros	Kuparit	12	3,6	1,368	24,02208
1 Kerros	Kuparit	15	-45,21	-17,1798	-301,677
1 Kerros	Kuparit	18	-25,47	-9,6786	-169,956
1 Kerros	Kuparit	22	-4,37	-1,6606	-29,1601
1 Kerros	Kuparit	28	-9,84	-4,2312	-74,2999
1 Kerros	Kuparit	32	-4	-1,72	-30,2032
1 Kerros	Kuparit	42	26,01	13,005	228,3678
1 Kerros	Kuparit	54	-13,22	-6,61	-116,072
1 Kerros	Kuparit Kromi	12	34,13	13,652	239,7291
1 Kerros	Kuparit Kromi	15	-25,07	-10,028	-176,092
1 Kerros	Kuparit Kromi	18	5,24	2,096	36,80576
1 Kerros	PEX	15	-8	-2,4	-42,144
2 Kerros	Kuparit	12	-10,15	-3,857	-67,7289
2 Kerros	Kuparit	15	7,15	2,717	47,71052
2 Kerros	Kuparit	18	-22,2	-8,436	-148,136
2 Kerros	Kuparit	22	-18,57	-7,0566	-123,914
2 Kerros	Kuparit	28	-11,58	-4,9794	-87,4383
2 Kerros	Kuparit	32	-1,97	-0,8471	-14,8751
2 Kerros	Kuparit	42	0,86	0,43	7,5508
2 Kerros	Kuparit Kromi	12	45,09	18,036	316,7122
2 Kerros	PEX	15	-66,61	-19,983	-350,901
3 Kerros	Kuparit	12	-3,75	-1,425	-25,023
3 Kerros	Kuparit	15	-1,87	-0,7106	-12,4781
3 Kerros	Kuparit	18	-18,31	-6,9578	-122,179
3 Kerros	Kuparit	22	2,97	1,1286	19,81822
3 Kerros	Kuparit	28	-13,35	-5,7405	-100,803
3 Kerros	Kuparit	32	-3,03	-1,3029	-22,8789
3 Kerros	Kuparit Kromi	12	25,74	10,296	180,7978
3 Kerros	PEX	15	-78,01	-23,403	-410,957
YHTEENVETO	vesi ja viemäri		52,26	-47,6883	-837,407

Kalusteet				
Kerros	Kaluste koodi	Määrä Ero	NH Ero	Hinta Ero
Kaikki	WC1	1	1	17,56
Kaikki	WC2	-1	-1	-17,56
Kaikki	PA1	38	60,8	1067,648
Kaikki	PA2	-1	-0,6	-10,536
Kaikki	PA3	-12	-7,2	-126,432
Kaikki	PA4	-24	-38,4	-674,304
Kaikki	PA5	-1	-1,6	-28,096
Kaikki	PA6	-26	-15,6	-273,936
Kaikki	PA7	-1	-0,6	-10,536
Kaikki	PA8	-4	-2,4	-42,144
Kaikki	PA9	-1	-1,6	-28,096
Kaikki	PA10	-1	-0,6	-10,536
Kaikki	PA11	-1	-1,6	-28,096
Kaikki	PA12	-2	-3,2	-56,192
Kaikki	PA13	-2	-3,2	-56,192
Kaikki	PA14	-2	-1,2	-21,072
Kaikki	PP1	37	22,2	389,832
Kaikki	PP2	-1	-0,6	-10,536
Kaikki	PP3	3	1,8	31,608
Kaikki	LK1	1	0,25	4,39
Kaikki	LK2	65	16,25	285,35
Kaikki	LK3	-6	-3,6	-63,216
Kaikki	LK4	-2	-1,2	-21,072
Kaikki	LK5	-1	-0,6	-10,536
Kaikki	LK6	-2	-1,2	-21,072
Kaikki	LK7	-1	-0,6	-10,536
Kaikki	LK8	-2	-1,2	-21,072
Kaikki	LK9	-2	-1,2	-21,072
Kaikki	TP1	-5	-3	-52,68
Kaikki	TP2	4	2,4	42,144
Kaikki	TP3	-2	-1,2	-21,072
Kaikki	TP4	-4	-2,4	-42,144
Kaikki	TP5	-1	-0,6	-10,536
Kaikki	TP6	-2	-3,2	-56,192
Kaikki	KP1	0	0	0
Kaikki	SK1	0	0	0
Kaikki	SK2	-1	-0,7	-12,292
Kaikki	SH1	0	0	0
Kaikki	SH2	0	0	0
Kaikki	PPP1	0	0	0
Kaikki	PK1	9	1,8	31,608
YHTEENVETO		47	6,4	112,384

Lämmitys					
Kerros	Materiaali	Koko	Pituus/määrä Ero	NH Ero	Hinta Ero
1 Kerros LL	Musta putki	20	-2,57	-1,285	-22,5646
1 Kerros LL	Musta putki	25	-10,26	-5,643	-99,0911
1 Kerros LL	Musta putki	32	-3,91	-2,1505	-37,7628
1 Kerros LL	Musta putki	65	-0,26	-0,169	-2,96764
2 Kerros LL	Musta putki	20	1,49	0,745	13,0822
2 Kerros LL	Musta putki	25	-10,39	-5,7145	-100,347
2 Kerros LL	Musta putki	32	-7,06	-3,883	-68,1855
2 Kerros LL	Musta putki	40	-5,46	-3,003	-52,7327
2 Kerros LL	Musta putki	50	-1,37	-0,822	-14,4343
2 Kerros LL	Musta putki	65	-9,11	-5,9215	-103,982
3 Kerros LL	Musta putki	20	0,52	0,26	4,5656
3 Kerros LL	Musta putki	25	3,94	2,167	38,05252
1 Kerros LIV	Musta putki	15	-13,98	-5,592	-98,1955
1 Kerros LIV	Musta putki	20	36,81	18,405	323,1918
1 Kerros LIV	Musta putki	25	-1,89	-1,0395	-18,2536
1 Kerros LIV	Musta putki	32	-4	-2,2	-38,632
1 Kerros LIV	Musta putki	50	2,62	1,572	27,60432
1 Kerros LIV	Musta putki	65	5,57	3,6205	63,57598
1 Kerros LIV	Musta putki	80	6,81	5,448	95,66688
2 Kerros LIV	Musta putki	15	-60	-24	-421,44
2 Kerros LIV	Musta putki	20	1,71	0,855	15,0138
2 Kerros LIV	Musta putki	25	-1,58	-0,869	-15,2596
2 Kerros LIV	Musta putki	32	1,66	0,913	16,03228
2 Kerros LIV	Musta putki	65	7,88	5,122	89,94232
3 Kerros LIV	Musta putki	20	-7	-3,5	-61,46
3 Kerros LIV	Musta putki	25	-1,73	-0,9515	-16,7083
3 Kerros LIV	Musta putki	65	-2,49	-1,6185	-28,4209
4 Kerros LIV	Musta putki	10	-8,17	-3,268	-57,3861
4 Kerros LIV	Musta putki	40	-11,68	-6,424	-112,805
4 Kerros LIV	Musta putki	50	-7,8	-4,68	-82,1808
4 Kerros LIV	Musta putki	65	-3,33	-2,1645	-38,0086
YHTEENVETO			-105,03	-45,791	-804,09

Ilmanvaihto					
Kerros	Materiaali	Koko	Pituus/määrä Ero	NH Ero	Hinta Ero
1 Kerros	Kanavat	100	-1,05	-0,189	-3,31884
1 Kerros	Kanavat	125	-6,08	-1,0944	-19,2177
1 Kerros	Kanavat	160	-4,53	-0,9513	-16,7048
1 Kerros	Kanavat	200	4,57	0,9597	16,85233
1 Kerros	Kanavat	250	24,58	6,145	107,9062
1 Kerros	Kanavat	315	-3,65	-1,022	-17,9463
1 Kerros	Kanavat	400	0,01	0,0032	0,056192
1 Kerros	Kanavat	500	4,23	1,7343	30,45431
1 Kerros	45°	100	0	0	0
1 Kerros	45°	125	-4	-0,72	-12,6432
1 Kerros	45°	160	-1	-0,3	-5,268
1 Kerros	45°	200	5	1,5	26,34
1 Kerros	45°	250	12	4,2	73,752
1 Kerros	45°	315	2	0,88	15,4528
1 Kerros	45°	400	0	0	0
1 Kerros	90°	100	0	0	0
1 Kerros	90°	125	3	0,54	9,4824
1 Kerros	90°	160	15	4,5	79,02
1 Kerros	90°	200	0	0	0
1 Kerros	90°	250	27	9,45	165,942
1 Kerros	90°	315	-1	-0,44	-7,7264
1 Kerros	90°	400	1	0,53	9,3068
1 Kerros	Muunto yhde	200/125	0	0	0
1 Kerros	Muunto yhde	250/200	1	0,35	6,146
1 Kerros	Muunto yhde	315/160	0	0	0
1 Kerros	Muunto yhde	315/250	1	0,44	7,7264
1 Kerros	Muunto yhde	400/315	1	0,53	9,3068
1 Kerros	T-haara	125/100	0	0	0
1 Kerros	T-haara	125/125	0	0	0
1 Kerros	T-haara	160/125	0	0	0
1 Kerros	T-haara	160/160	4	1,2	21,072
1 Kerros	T-haara	200/160	1	0,3	5,268
1 Kerros	T-haara	200/200	2	0,6	10,536
1 Kerros	T-haara	250/100	0	0	0
1 Kerros	T-haara	250/125	0	0	0
1 Kerros	T-haara	250/160	6	2,16	37,9296
1 Kerros	T-haara	250/200	5	1,8	31,608
1 Kerros	T-haara	250/250	0	0	0
1 Kerros	T-haara	315/100	0	0	0
1 Kerros	T-haara	315/125	0	0	0
1 Kerros	T-haara	315/160	0	0	0
1 Kerros	T-haara	315/200	1	0,45	7,902
1 Kerros	T-haara	315/250	2	0,9	15,804
1 Kerros	T-haara	400/200	6	3,06	53,7336
1 Kerros	T-haara	400/315	-1	-0,51	-8,9556

2 Kerros	Kanavat	100	-1,25	-0,225	-3,951
2 Kerros	Kanavat	125	-7,04	-1,2672	-22,252
2 Kerros	Kanavat	160	-9,3	-1,953	-34,2947
2 Kerros	Kanavat	200	-32,08	-6,7368	-118,298
2 Kerros	Kanavat	250	-47,36	-11,84	-207,91
2 Kerros	Kanavat	315	-40,56	-11,3568	-199,425
2 Kerros	Kanavat	400	-18,43	-5,8976	-103,562
2 Kerros	Kanavat	500	-1	-0,41	-7,1996
2 Kerros	45°	100	5	0,9	15,804
2 Kerros	45°	125	-22	-3,96	-69,5376
2 Kerros	45°	160	2	0,6	10,536
2 Kerros	45°	200	-19	-5,7	-100,092
2 Kerros	45°	250	-7	-2,45	-43,022
2 Kerros	45°	315	-4	-1,76	-30,9056
2 Kerros	45°	400	-2	-1,06	-18,6136
2 Kerros	90°	100	2	0,36	6,3216
2 Kerros	90°	125	12	2,16	37,9296
2 Kerros	90°	160	4	1,2	21,072
2 Kerros	90°	200	19	5,7	100,092
2 Kerros	90°	250	8	2,8	49,168
2 Kerros	90°	315	0	0	0
2 Kerros	90°	400	0	0	0
2 Kerros	Muunto yhde	200/160	0	0	0
2 Kerros	Muunto yhde	250/200	0	0	0
2 Kerros	Muunto yhde	315/200	0	0	0
2 Kerros	Muunto yhde	315/250	0	0	0
2 Kerros	Muunto yhde	400/315	-4	-2,12	-37,2272
2 Kerros	T-haara	125/125	2	0,56	9,8336
2 Kerros	T-haara	160/125	0	0	0
2 Kerros	T-haara	160/160	1	0,3	5,268
2 Kerros	T-haara	200/100	1	0,3	5,268
2 Kerros	T-haara	200/125	-3	-0,9	-15,804
2 Kerros	T-haara	200/160	0	0	0
2 Kerros	T-haara	200/200	0	0	0
2 Kerros	T-haara	250/125	0	0	0
2 Kerros	T-haara	250/160	0	0	0
2 Kerros	T-haara	250/200	1	0,36	6,3216
2 Kerros	T-haara	250/250	-4	-1,44	-25,2864
2 Kerros	T-haara	315/125	-8	-3,6	-63,216
2 Kerros	T-haara	315/160	0	0	0
2 Kerros	T-haara	315/200	-1	-0,45	-7,902
2 Kerros	T-haara	315/250	-1	-0,45	-7,902
2 Kerros	T-haara	315/315	1	0,45	7,902
2 Kerros	T-haara	400/100	-2	-1,02	-17,9112
2 Kerros	T-haara	400/125	-1	-0,51	-8,9556
2 Kerros	T-haara	400/160	-1	-0,51	-8,9556
2 Kerros	T-haara	400/200	-1	-0,51	-8,9556
2 Kerros	T-haara	400/250	0	0	0
2 Kerros	T-haara	400/315	3	1,53	26,8668
2 Kerros	T-haara	400/400	-6	-3,06	-53,7336

3 Kerros	Kanavat	100	-2,68	-0,4824	-8,47094
3 Kerros	Kanavat	125	-9,25	-1,665	-29,2374
3 Kerros	Kanavat	160	-14,52	-3,0492	-53,544
3 Kerros	Kanavat	200	-45,08	-9,4668	-166,237
3 Kerros	Kanavat	250	-52,99	-13,2475	-232,626
3 Kerros	Kanavat	315	-50,08	-14,0224	-246,233
3 Kerros	Kanavat	400	-5,1	-1,632	-28,6579
3 Kerros	Kanavat	500	2	0,82	14,3992
3 Kerros	45°	100	-1	-0,18	-3,1608
3 Kerros	45°	125	-20	-3,6	-63,216
3 Kerros	45°	160	4	1,2	21,072
3 Kerros	45°	200	-21	-6,3	-110,628
3 Kerros	45°	250	-3	-1,05	-18,438
3 Kerros	45°	315	-3	-1,32	-23,1792
3 Kerros	45°	400	-1	-0,53	-9,3068
3 Kerros	90°	100	4	0,72	12,6432
3 Kerros	90°	125	15	2,7	47,412
3 Kerros	90°	160	14	4,2	73,752
3 Kerros	90°	200	18	5,4	94,824
3 Kerros	90°	250	7	2,45	43,022
3 Kerros	90°	315	3	1,32	23,1792
3 Kerros	90°	400	3	1,59	27,9204
3 Kerros	Muunto yhde	200/160	1	0,3	5,268
3 Kerros	Muunto yhde	250/160	-1	-0,35	-6,146
3 Kerros	Muunto yhde	250/200	1	0,35	6,146
3 Kerros	Muunto yhde	315/160	-1	-0,44	-7,7264
3 Kerros	Muunto yhde	315/250	1	0,44	7,7264
3 Kerros	Muunto yhde	400/160	0	0	0
3 Kerros	Muunto yhde	400/315	0	0	0
3 Kerros	T-haara	125/125	1	0,28	4,9168
3 Kerros	T-haara	160/125	0	0	0
3 Kerros	T-haara	160/160	-2	-0,6	-10,536
3 Kerros	T-haara	200/100	1	0,3	5,268
3 Kerros	T-haara	200/125	-3	-0,9	-15,804
3 Kerros	T-haara	200/160	4	1,2	21,072
3 Kerros	T-haara	200/200	-2	-0,6	-10,536
3 Kerros	T-haara	250/100	-1	-0,36	-6,3216
3 Kerros	T-haara	250/125	0	0	0
3 Kerros	T-haara	250/160	-3	-1,08	-18,9648
3 Kerros	T-haara	250/200	-1	-0,36	-6,3216
3 Kerros	T-haara	250/250	-2	-0,72	-12,6432
3 Kerros	T-haara	315/100	0	0	0
3 Kerros	T-haara	315/125	-6	-2,7	-47,412
3 Kerros	T-haara	315/160	0	0	0
3 Kerros	T-haara	315/200	-1	-0,45	-7,902
3 Kerros	T-haara	315/250	-1	-0,45	-7,902
3 Kerros	T-haara	315/315	0	0	0
3 Kerros	T-haara	400/100	-1	-0,51	-8,9556
3 Kerros	T-haara	400/160	0	0	0
3 Kerros	T-haara	400/200	0	0	0
3 Kerros	T-haara	400/250	-1	-0,51	-8,9556
3 Kerros	T-haara	400/315	-1	-0,51	-8,9556
3 Kerros	T-haara	400/400	-2	-1,02	-17,9112

4 Kerros	Kanavat	125	5,9	1,062	18,64872
4 Kerros	Kanavat	160	3,1	0,651	11,43156
4 Kerros	Kanavat	200	30,4	6,384	112,103
4 Kerros	Kanavat	250	-40,38	-10,095	-177,268
4 Kerros	Kanavat	315	-8,34	-2,3352	-41,0061
4 Kerros	Kanavat	400	-81,48	-26,0736	-457,852
4 Kerros	Kanavat	500	-0,78	-0,3198	-5,61569
4 Kerros	Kanavat	630	-18,85	-10,179	-178,743
4 Kerros	45°	200	0	0	0
4 Kerros	45°	250	-1	-0,35	-6,146
4 Kerros	45°	315	0	0	0
4 Kerros	45°	400	-1	-0,53	-9,3068
4 Kerros	45°	500	1	0,67	11,7652
4 Kerros	45°	630	-2	-1,6	-28,096
4 Kerros	90°	200	0	0	0
4 Kerros	90°	250	3	1,05	18,438
4 Kerros	90°	315	0	0	0
4 Kerros	90°	400	11	5,83	102,3748
4 Kerros	90°	500	6	4,02	70,5912
4 Kerros	90°	630	2	1,6	28,096
4 Kerros	T-haara	400/250	0	0	0
4 Kerros	T-haara	400/315	0	0	0
4 Kerros	T-haara	500/400	0	0	0
4 Kerros	T-haara	630/200	0	0	0
4 Kerros	T-haara	630/315	0	0	0
4 Kerros	T-haara	630/400	-6	-4,8	-84,288
4 Kerros	Tasolähtö	400	-6	-3,06	-53,7336
4 Kerros	Tasolähtö	500	-4	-2,52	-44,2512
4 Kerros	Tasolähtö	630	-4	-3,2	-56,192
YHTEENVETO			-366,07	-103,592	-1819,07

Päätelaitteet					
Kerros	Kaluste koodi	Koko	Määrä	NH yht	Hinta
1 Kerros	T1	160	0	0	0
1 Kerros	T5	125	1	1,4	24,584
1 Kerros	T6	250	0	0	0
1 Kerros	T9	200	0	0	0
1 Kerros	T14	200	0	0	0
1 Kerros	T15	100	-1	-0,3	-5,268
1 Kerros	T15	125	-1	-0,3	-5,268
1 Kerros	T17	125	0	0	0
1 Kerros	P1	100	0	0	0
1 Kerros	P1	125	2	0,6	10,536
1 Kerros	P1	160	0	0	0
1 Kerros	P1	200	0	0	0
1 Kerros	SP	250	1	0,35	6,146
1 Kerros	ÄV	125	0	0	0
1 Kerros	ÄV	160	-1	-0,4	-7,024
1 Kerros	ÄV	250	0	0	0
2 Kerros	T1	160	0	0	0
2 Kerros	T2	250	0	0	0
2 Kerros	T3	200	0	0	0
2 Kerros	T4	200	-3	-4,8	-84,288
2 Kerros	T5	100	0	0	0
2 Kerros	T7	125	0	0	0
2 Kerros	T15	100	0	0	0
2 Kerros	P1	100	0	0	0
2 Kerros	P1	125	0	0	0
2 Kerros	P1	160	6	1,92	33,7152
2 Kerros	P1	200	-3	-1,02	-17,9112
2 Kerros	P3	200	0	0	0
2 Kerros	P6	250	0	0	0
2 Kerros	SP	100	0	0	0
2 Kerros	SP	125	0	0	0
2 Kerros	SP	250	0	0	0
2 Kerros	SP	315	0	0	0
2 Kerros	ÄV	200	0	0	0
2 Kerros	ÄV	250	0	0	0
2 Kerros	ÄV	315	0	0	0
2 Kerros	ÄV	400	0	0	0
3 Kerros	T1	160	-1	-1,5	-26,34
3 Kerros	T2	250	0	0	0
3 Kerros	T3	200	0	0	0
3 Kerros	T4	160	-10	-15	-263,4
3 Kerros	T4	200	0	0	0
3 Kerros	T5	100	0	0	0
3 Kerros	T7	125	0	0	0
3 Kerros	T15	100	0	0	0
3 Kerros	P1	100	0	0	0
3 Kerros	P1	125	-1	-0,3	-5,268
3 Kerros	P1	160	3	0,96	16,8576
3 Kerros	P1	200	-6	-2,04	-35,8224
3 Kerros	P3	200	0	0	0
3 Kerros	P6	250	0	0	0
3 Kerros	VS-x	160	-1	-0,3	-5,268
3 Kerros	SP	100	2	0,36	6,3216
3 Kerros	SP	160	4	1,2	21,072
3 Kerros	SP	200	0	0	0
3 Kerros	SP	250	4	1,4	24,584
3 Kerros	SP	315	0	0	0
3 Kerros	ÄV	160	0	0	0
3 Kerros	ÄV	200	0	0	0
3 Kerros	ÄV	250	0	0	0
3 Kerros	ÄV	315	1	0,6	10,536
3 Kerros	ÄV	400	0	0	0
TK04/Alal pohja	T18	125	0	0	0
TK04/Alal pohja	P1	160	0	0	0
TK04/Alal pohja	SP	160	-1	-0,3	-5,268
YHTEENVETO			-5	-17,47	-306,773